GH. GH. POPESCU

INTRODUCERE
ÎN
BOTANICA FILOGENETICĂ

SITECH

GH. GH. POPESCU
Prof. univ. dr.
Universitatea din Craiova

INTRODUCERE ÎN BOTANICA FILOGENETICĂ

Editura SITECH
Craiova, 2009

Coperta: Sempervivum montanum L.

Referenți științifici:
Prof. univ. dr. Vasile CIOCÂRLAN
Prof. univ. dr. Nicolae TOMA
Prof. univ. dr. Anca SÂRBU

Tehnoredactare computerizată:
Biolog drd. Ioana CIORTAN

© 2009 Editura Sitech Craiova
Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate editurii. Orice reproducere integrală sau parțială, prin orice procedeu, a unor pagini din această lucrare, efectuate fără autorizația editorului este ilicită și constituie o contrafacere. Sunt acceptate reproduceri strict rezervate utilizării sau citării justificate de interes științific, cu specificarea respectivei citări.

© 2009 Editura Sitech Craiova
All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of this book may be reproduced in any form or by any means, including photocopying or utilised any information storage and retrieval system without written permision from the copyright owner.

Editura SITECH din Craiova este acreditată de C.N.C.S.I.S. din cadrul Ministerului Educației și Cercetării pentru editare de carte științifică.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
POPESCU, GHEORGHE
Introducere în botanică filogenetică / Gheorghe Gh. Popescu. - Craiova : Sitech, 2009
Bibliogr.
ISBN 978-606-530-467-3

575.8:596

Editura SITECH Craiova
Str. Romul, Bloc T1, Parter
Tel/fax: 0251/414003
E-mail: sitech@rdslink.ro

ISBN 978-606-530-467-3

PREFAȚĂ

Titlul acestei cărți a fost inspirat de lucrarea prof. univ. Tr. Ștefureac, profesorul meu de Sistematica plantelor, de la Universitatea din București, intitulată „Evoluția plantelor oglindită în opere recente de botanică filogenetică (1973)".

Filogenia este o ramură a biologiei care studiază modul concret în care s-a desfășurat evoluția de-a lungul erelor geologice. Această evoluție este prezentată schematic sub forma unui arbore filogenetic (= dendrogramă). Filogenia se referă numai la unul dintre numeroasele fenomene evolutive și anume la modelul ascendenței comune, la punctele de ramificare, dar și la schimbările care au loc între aceste puncte (E. Mayr, 2004).

Divizarea liniilor evolutive și apariția de noi ramuri (clade) ale arborelui filogenetic poartă numele de cladogeneză. Aceasta duce la sporirea biodiversității. Noua cladă poate deveni, în timp, o ramură importantă a arborelui filogenetic, depărtându-se mult de tipul ancestral.

Evoluția biologică, într-o accepție foarte generală, reprezintă un proces treptat prin care lumea vie s-a dezvoltat de la apariție până în prezent. Evoluția nu mai trebuie înțeleasă ca o idee, o teorie sau o concepție ci ca un proces natural, o realitate a cărei existență poate fi demonstrată printr-un mare număr de dovezi, după cum va reieși după parcurgerea paginilor cărții. Așa cum a afirmat renumitul genetician american Th. Dohzhansky, „în biologie nimic nu are sens decât în lumina evoluției" (citat după E. Mayr, 2004).

S-a pornit de la premisa că fiecare disciplină botanică furnizează idei dar și dovezi în favoarea evoluției.

În biologie, în general, conceptul de evoluție are ca trăsături esențiale progresul biologic (așa numitele progresii) și adaptarea. Transformarea speciilor în decursul evoluției se desfășoară în dependență de interacțiunile dintre sistemele vii și anume populațiile și mediul abiotic și biotic, interacțiuni controlate și orientate de selecția naturală. Fiecare grad de adaptare câștigat devine premiză pentru evoluția ulterioară.

Progresul evolutiv (sau evoluția progresivă) reprezintă o mărire a nivelului general de organizare și perfecționare structurală și funcțională a organismelor și implicit a speciilor din care fac parte. De exemplu, încorporarea procariotelor simbionte a reprezentat un pas progresiv foarte important spre primele protiste, ducând astfel la lumea imensă a eucariotelor. Alti pași progresivi importanți, care au fost evidențiați în această lucrare, sunt trecerea de la unicelulare la pluricelulare, dezvoltarea unor oragne și structuri mai înalt specializate (de exemplu epiderma cu stomatele, țesuturile și fasciculele conducătoare etc.), o diviziune mai avansată a muncii între diferitele organe și interacțiunea dintre acestea, o mai bună utilizare a resurselor mediului și, ca un corolar al tuturor acestor caracteristici structurale și funcționale, o mai bună adaptare la mediul înconjurător.

Apariția eucariotelor a reprezentat, fără îndoială, cel mai important eveniment evolutiv din întreaga istorie a vieții pe Terra, de circa 3,8 mld. ani. Acest proces a făcut posibilă apariția tuturor grupelor de organisme mai complex organizate: fungi, plante și animale. Celula nucleată, reproducerea sexuată, organizarea pluricelulară mai avansată, cu diviziunea muncii între celule și toate celelalte caracteristici unice ale organismelor pluricelulare mai avansate, sunt realizări ale descendenților primelor eucariote.

După apariția eucariotelor, procariotele n-au dispărut, ci au rămas extrem de răspândite și poate au devenit mai numeroase, datorită modului lor de viață saprotrof și parazit. După unele calcule, biomasa tuturor procariotelor ar fi aproximativ egală cu cea a eucariotelor de pe Terra.

Pluricelularitatea a apărut independent și în mod repetat la diverse grupe în timpul evoluției. Primul pas în apariția acesteia a fost creșterea dimensiunilor agregatului celular, așa cum a fost pus în evidență la grupe de protiste, alge și fungi. Aceasta a dus la diviziunea muncii între celulele unui astfel de agragat și în cele din urmă la apariția unui organism pluricelular autentic. Chiar și între grupele preponderent unicelulare există și specii pluricelulare (la alge roșii și brune). Pluricelularitatea, cu diferențierea tot mai avansată, structurală și funcțională, între celule, a atins apogeul la plantele terestre (*Bryophyta, Pteridophyta, Spermatophyta*), dar și la metazoare.

Progresul evolutiv este o tendință a liniilor filetice de a-și ameliora în mod cumulativ adaptarea la mediul de viață specific, prin creșterea numărului de însușiri care se combină între ele în complexe adaptative (R. Dawkins, 1997, citat după E. Mayr, 2004). În acest sens, la toate grupele de organisme prezentate în lucrare s-a încercat să se evidențieze ponderea caracterelor plesiomorfe (inițiale) și a celor apomorfe (derivate, de superioritate) în stabilirea ierarhizării taxonilor. S-a dovedit însă că, la grupele inferioare pot apărea caractere apomorfe după cum şi la grupele superioare se întâlnesc unele caractere plesiomorfe. În stabilirea ierarhizării taxonilor, stabilirea poziţiei lor în sistemul de clasificare trebuie să ţină seama de ponderea celor două grupe de caracteristici. O grupă cu mai multe sinapomorfii în sfera vegetativă şi reproducătoare, care o face mai bine adaptată la mediul de viaţă, va fi plasată mai sus în sistemul de clasificare. De asemenea, s-a ţinut seama şi de economia de material şi energie cheltuite pentru formarea germenilor, cale pe care a urmat-o, treptat, şi omul în tehnică şi tehnologie, inspirându-se, în mod evident, de la vieţuitoare. O grupă care realizează înmulţirea, propagarea şi adaptarea, la mediul stabil de viaţă, cu mai puţini germeni, este superioară în raport cu alte grupe, care, pentru aceleaşi cerinţe, produc un număr foarte mare de seminţe şi fructe (de exemplu). Oligomerizarea părţilor reproducătoare ale florii (androceu şi gineceu) este un caracter apomorf (de superioritate) în raport cu polimerizarea primară sau secundară.

Există însă şi un regres adaptativ al unor structuri sau organe sau a organismului ca întreg, ca la speciile parazite, la animale troglobionte (care trăiesc în peşteri) sau la plante acvatice. Acestea sunt aşezate sus în arborele filogenetic, dar nu totdeauna au trăsături ca dovezi ale progresului evolutiv.

Un organism pluricelular este un sistem armonios bine echilibrat, în care, de regulă generală, nu se poate schimba nici o parte fără a afecta alte părţi ale acestuia. Structurile şi organele evoluează corelat.

În toate paginile cărţii s-a încercat evidenţierea structurilor histo-anatomice, apariţia şi diferenţierea structurală şi funcţională a organelor plantelor şi în final a organismului ca întreg, mai bine adaptat şi integrat în mediul de viaţă.

Evoluţia nu trebuie înţeleasă ca o dezvoltare liniară de la inferior la superior, ci sub forma unor transformări succesive (cladogeneză) din strămoşi comuni, aşa cum a propus şi documentat prin numeroase exemple Ch. Darwin (1859). Deci, evoluţia biologică trebuie înţeleasă ca o schimbare direcţionată şi condusă de selecţia naturală, sintagmă genială introdusă în ştiinţă de marele biolog englez al sec. 19.

Pentru explicarea filogeniei regnului vegetal, pe lângă studiul fosilelor (resturi ale unor specii dispărute de-a lungul erelor ecologice), a cercetării morfologiei şi anatomiei comparative a speciilor actuale, studii microchimice şi microstructurale etc., biologia moleculară a devenit una dintre cele mai importante surse de informaţii pentru stabilirea relaţiilor filogenetice între taxoni de diferite grade.

În ciuda numeroaselor discontinuităţi, datele furnizate de fosilele vegetale sunt, împreună cu secvenţele moleculare (ale proteinelor şi acizilor nucleici), cele mai convingătoare dovezi care atestă evoluţia.

În această lucrare s-a optat pentru utilizarea sistemului de clasificare după A. Bresinsky şi F. Ehrendorfer (in Strasburger, 1999), considerat mai accesibil şi cu un pronunţat caracter didactic. Mai întâi, lumea vie este divizată în două supraregnuri: *Procariota* şi *Eucariota*, concepte fără de care nu poate fi înţeleasă lumea vie în devenirea şi evoluţia sa. Autorii, mai sus citaţi, în lipsa unor criterii clare, pentru stabilirea relaţiilor de înrudire dintre încrengături (filumuri) de eucariote, au optat pentru criteriul fiziologic al nutriţiei: heterotrofă şi autotrofă. În mod corect, heterotrofia este considerată primordială, iar autotrofia derivată şi, corespunzător, se începe studiul eucariotelor cu grupe heterotrofe (mixomicete şi ciuperci) şi se continuă, în mod evolutiv, cu grupele autotrofe (algele eucariote şi plantele terestre – embriofite).

În ciuda numeroaselor date de evoluţie şi filogenie acumulate până în prezent, referitoare la cele două supraregnuri: *Procariota* şi *Eucariota*, a divizării acestora în regnuri, încrengături, clase, subclase, supraordine, ordine, familii şi prezentarea lor în ordine filogenetică, există încă numeroase aspecte ce trebuiesc elucidate. Progresele care se vor realiza în aprofundarea cercetărilor pluridisciplinare, asupra unor grupe mai mari sau mai mici dintre acestea, vor contribui, desigur, la elucidarea unor aspecte confuze cu privire la diversitatea acestor grupe de vieţuitoare şi, în final, la crearea unui sistem filogenetic general care să corespundă din toate punctele de vedere.

Pentru sugestii şi discuţii privitoare la structurarea acestei cărţi, ponderea acordată unor capitole, unele informaţii bibliografice etc., aduc mulţumirile mele celor trei mari specialişti pe diferite domenii de biologie vegetală, care au acceptat să fie referenţi ştiinţifici ai acestei cărţi: prof. univ. dr. Vasile CIOCÂRLAN (Bucureşti), prof. univ. dr. Nicolae TOMA (Bucureşti) şi prof. univ. dr. Anca SÂRBU (Bucureşti). Către domniile lor se îndreaptă înalta mea consideraţie şi recunoştinţă.

Deosebite mulţumiri şi recunoştinţă adresez d-nei biolog drd. Ioana CIORTAN, de la Grădina botanică „Al. Buia" din Craiova, pentru competenţa şi conştiinciozitatea cu care a tehnoredactat întreg materialul prezentat în această carte, cât şi pentru unele surse bibliografice personale, pe care mi le-a pus la dispoziţie, privitoare la Fungi.

O carte, o dată lansată, se recomandă şi îl recomandă şi pe autor. Autorul este convins că există şi imperfecţiuni în tratarea unui material atât de vast dintr-un domeniu, practic nelimitat, care este botanica. De aceea, critica obiectivă, constructivă, poate şi puţina preţuire pentru încercarea de a prezenta o introducere în botanica filogenetică, vor reprezenta răsplata care poate fi acordată autorului pentru efortul îndelungat de a explica şi include în paginile acestei lucrări problemele esenţiale ale apariţiei, diversificării, evoluţiei şi răspândirii în timp şi spaţiu a grupelor de organisme procariote (bacterii şi alge albastre-verzui) şi eucariote (mixomicete, ciuperci, plante inferioare şi superioare).

AUTORUL

CUPRINS:

CAP. 1 INTRODUCERE ÎN BOTANICĂ ... 15
- 1.1. Generalităţi ... 15
- 1.2. Caracteristicile viului ... 16
- 1.3. Animal şi plantă ... 17
- 1.4. Limitele vieţii ... 19
- 1.5. Disciplinele botanice ... 20
- 1.6. Metode de cercetare în botanică ... 22

CAP. 2 EVOLUŢIE ŞI SISTEMATICĂ ... 23
- 2.1. Principii generale ... 23
- 2.2. Înmulţire şi reproducere ... 23
- 2.3. Biologia generală a înmulţirii şi reproducerii ... 24
- 2.4. Înrudire şi variaţie ... 30
- 2.5. Asemănare şi genealogie ... 30
- 2.6. Grupare şi denumire ... 31

CAP. 3 TAXONOMIE ŞI NOMENCLATURĂ ... 32
- 3.1. Specia ... 32
- 3.2. Taxoni infraspecifici ... 32
- 3.3. Taxoni supraspecifici ... 32

CAP. 4 PRIVIRE DE ANSAMBLU ASUPRA SISTEMULUI DE CLASIFICARE AL REGNULUI VEGETAL ... 34

CAP. 5 SUPRAREGNUM *PROCARYOTA* ... 37
- 5.1. Tip de organizare: BACTERII ... 38
  - 1.1. Morfologia şi fiziologia bacteriilor ... 38
  - 1.2. Sistematica bacteriilor ... 41
    - I. Regnum *Archaea* (Arhebacteriile) ... 42
      - 1. Încrengătura *Crenarchaeota* ... 42
      - 2. Încrengătura *Euryarchaeota* ... 42
    - II. Regnum *Bacteria* (Eubacteriile) ... 43
      - 3. Încrengătura *Posibacteriota* ... 43
      - 4. Încrengătura *Negibacteriota* ... 46
    - Răspândirea şi modurile de viaţă ale bacteriilor ... 50
- 5.2. Tip de organizare: ALGE PROCARIOTE ... 52
  - 5. Încrengătura *Cyanophyta* (= *Cyanobacteriota*) ... 53
  - 5.1. Clasa *Cyanophyceae* ... 55
    - 1.1. Subclasa *Coccogoneae* ... 55
      - 1.1. Ordinul *Chroococcales* ... 55
      - 1.2. Ordinul *Chamaesiphonales* ... 55
      - 1.3. Ordinul *Pleurocapsales* ... 55
    - 1.2. Subclasa *Hormogoneae* ... 55
      - 2.1. Ordinul *Oscillatoriales* ... 55
      - 2.2. Ordinul *Nostocales* ... 56
      - 2.3. Ordinul *Stigonematales* ... 56
        - Mediile de viaţă şi răspândirea algelor albastre-verzui ... 57
  - 6. Încrengătura *Prochlorophyta* (= *Prochlorobacteriota*) ... 58

CAP. 6 SUPRAREGNUM EUCARYOTA ... 59
- III Regnum *EUCARYA* ... 59
  - 1. Caracterizare generală ... 59
  - 2. Talul şi cormul ... 60
  - 2.1. Generalităţi ... 60
  - 2.2. Talofite şi cormofite ... 61
    - 2.1. Talofitele ... 61
      - 1.1. Organizarea talului la algele eucariote şi ciuperci inferioare ... 61
      - 1.2. Miceliul ciupercilor ... 62
      - 1.3. Forme de organizare ale aparatului vegetativ la muşchii hepatici şi muşchii frunzoşi ... 63
    - 2.2. Cormofitele ... 63

3. Sistematica eucariotelor 64
A. Grupe heterotrofe 64
I. Tip de organizare: *Mixomicete* 64
1. Încrengătura *Acrasiomycota* 65
2. Încrengătura *Myxomycota* 65
2.1. Clasa *Myxomycetes* 66
1.1. Ordinul *Ceratomyxales* 67
1.2. Ordinul *Liceales* 67
1.3. Ordinul *Echinosteliales* 67
1.4. Ordinul *Trichiales* 67
1.5. Ordinul *Physarales* 67
1.6. Ordinul *Stemonitales* 67
2.2. Clasa *Protosteliomycetes* 68
3. Încrengătura *Plasmodiophoromycota* 68
Retrospectivă asupra mixomicetelor 69
II. Tip de organizare: Ciuperci 70
A. Caractere generale 70
B. Unele aspecte privitoare la încadrarea sistematică a ciupercilor în lumea vie 77
4. Încrengătura *Oomycota* 81
4.1. Ordinul *Saprolegniales* 82
4.2. Ordininul *Leptomitales* 83
4.3. Ordinul *Peronosporales* 83
Considerații generale asupra oomicetelor. Filogenie 87
5. Încrengătura *Eumycota* 87
5.1. Clasa *Chytridiomycetes* 88
1.1. Ordinul *Chytridiales* 89
1.2. Ordinul *Blastocladiales* 91
1.3. Ordinul *Monoblepharidales* 93
Privire generală asupra chitridiomicetelor 93
5.2. Clasa *Zygomycetes* 93
2.1. Ordinul *Mucorales* 94
2.2. Ordinul *Endogonales* 97
2.3. Ordinul *Entomophtorales* 97
2.4. Ordinul *Zoopagales* 98
5.3. Clasa *Ascomycetes* 98
3.1. Subclasa *Taphrinomycetidae* 103
1.1. Ordinul *Taphrinales* 103
1.2. Ordinul *Protomycetales* 104
1.3. Ordinul *Ascosphaeriales* 104
3.2. Subclasa *Endomycetidae* 104
2.1. Ordinul *Endomycetales* 104
3.3. Subclasa *Laboulbeniomycetidae* 106
3.1. Ordinul *Laboulbeniales* 106
3.4. Subclasa *Ascomycetidae* 106
4.1. Supraordinul *Eurotianae* 107
1.1. Ordinul *Eurotiales* 107
1.2. Ordinul *Microascales* 109
4.2. (Supra)- ordinul *Erysiphales* 109
4.3. (Supra)- ordinul *Pezizales* 111
4.4. Supraordinul *Leotianae* 114
4.1. Ordinul *Leotiales* (= *Helotiales*) 114
4.2. Ordinul *Phacidiales* (incl. *Rhytismatales*) 115
4.3. Ordinul *Lecanorales* 115
4.4. Ordinul *Sphaeriales* 115
4.5 Ordinul *Hypocreales* 116
4.6. Ordinul *Diaporthales* 118
4.7. Ordinul *Xylariales* 118
4.8. Ordinul *Clavicipitales* 118
4.5. (Supra)- ordinul *Dothideales* 120
Originea și evoluția ascomicetelor 121
5.4. Clasa *Basidiomycetes* 122
4.1. Subclasa *Heterobasidiomycetidae* 125

1.1. (Supra)- ordinul *Exobasidiales*......126
1.2. (Supra)- ordinul *Tilletiales*......126
1.3. (Supra)- ordinul *Ustilaginales*......127
1.4. Supraordinul *Tremellanae*......128
4.1. Ordinul *Uredinales*......128
4.2. Ordinul *Auriculariales*......133
4.3. Ordinul *Tremellales*......133
1.5. (Supra)- ordinul *Dacrymycetales*......134
4.2. Subclasa *Homobasidiomycetidae* (*Holobasidiomycetae* superioare)......134
I. Caractere generale ale himenomicetelor
(Supraordinele *Porianae* şi *Agaricanae*)......139
2.1. Supraordinul *Porianae* (*Aphyllophoranae*)......143
1.1. Ordinul *Poriales* (*Aphyllophorales*)......143
1.2. Ordinul *Schizophyllales*......144
1.3. Ordinul *Hymenochaetales*......144
1.4. Ordinul *Thelephorales*......144
1.5. Ordinul *Cantharellales*......144
1.6. Ordinul *Polyporales*......146
2.2. Supraordinul *Agaricanae*......148
2.1. Ordinul *Agaricales*......148
2.2. Ordinul *Russulales*......153
2.3. Ordinul *Boletales*......153
II. Caractere generale ale gasteromicetelor
(Supraordinul *Lycoperdanae* şi (supra)- ordinul *Phallales*)......155
2.3. Supraordinul *Lycoperdanae*......157
3.1. Ordinul *Lycoperdales*......157
3.2. Ordinul *Geastrales*......158
3.3. Ordinul *Nidulariales*......158
2.4. (Supra)- ordinul *Phallales*......159
Privire generală asupra bazidiomicetelor......160
5.5. *Fungi Imperfecti* (*Deuteromycetes*)......160
5.1. Ordinul *Sphaeropsidales*......161
5.2. Ordinul *Melanconiales*......161
5.3. Ordinul *Moniliales* (*Hyphomycetales*)......162
5.4. Ordinul *Blastocladiales*......162
5.5. *Mycelia sterilia*......162
Consideraţii generale asupra ciupercilor şi rolul lor în natură......162
B. Grupe autotrofe......172
III. Tip de organizare: *Lichenes*......172
I. Clasa *Ascolichenes*......181
1. Ordinul *Caliciales*......181
2. Ordinul *Graphidiales*......181
3. Ordinul *Lecanorales*......181
4. Ordinul *Pyrenulales*......183
5. Ordinul *Verrucariales*......183
6. Ordinul *Arthoniales*......183
7. Ordinul *Dothideales*......183
II. Clasa *Basidiolichenes*......183
IV. Tip de organizare: Alge eucariote......184
1. Încrengătura *Glaucophyta*......191
2. Încrengătura *Euglenophyta*......191
3. Încrengătura *Cryptophyta*......192
3.1. Clasa *Cryptophyceae*......193
1.1. Ordinul *Cryptomonadales*......193
4. Încrengătura *Chlorarachniophyta*......193
5. Încrengătura *Dinophyta* (= *Dinoflagellata; Pyrrhophyceae*)......193
5.1. Clasa *Dinophyceae*......196
1.1. Ordinul *Dinophysiales*......196
1.2. Ordinul *Peridiniales*......196
1.3. Ordinul *Dinococcales*......196
1.4. Ordinul *Dinotrichales*......196
6. Încrengătura *Haptophyta* (= *Prymnesiophyta*)......196
6.1. Clasa *Haptophyceae*......197

1.1. Ordinul *Prymnesiales*.......197
1.2. Ordinul *Coccolithophorales*.......197
7. Încrengătura *Heterokontophyta* (= *Chrysophyta*).......197
7.1. Clasa *Chloromonadophyceae*.......198
7.2. Clasa *Xanthophyceae*.......198
2.1. Ordinul *Heterochloridales*.......198
2.2. Ordinul *Heterococcales*.......198
2.3. Ordinul *Heterotrichales*.......198
2.4. Ordinul *Heterosiphonales*.......199
7.3. Clasa *Chrysophyceae*.......200
3.1. Ordinul *Chrysomanadales*.......201
3.2. Ordinul *Dichtyochales*.......201
3.3. Ordinul *Chrosocapsales*.......201
3.4. Ordinul *Chrysotrichales*.......201
7.4. Clasa *Bacillariophyceae* (= *Diatomeae*).......202
4.1. Ordinul *Centrales*.......204
4.2. Ordinul *Pennales*.......205
7.5. Clasa *Phaeophyceae*.......208
5.1. Ordinul *Ectocarpales*.......210
5.2. Ordinul *Cutleriales*.......211
5.3. Ordinul *Dictyotales*.......212
5.4. Ordinul *Laminariales*.......212
5.5. Ordinul *Fucales*.......215
8. Încrengătura *Rhodophyta*.......220
8.1. Clasa *Rhodophyceae*.......223
1.1. Subclasa *Bangiophycidae*.......223
1.1. Ordinul *Porphyridales*.......223
1.2. Ordinul *Bangiales*.......223
1.2. Subclasa *Floridophycidae*.......224
2.1. Ordinul *Nemalionales*.......224
2.2. Ordinul *Cryptonemiales*.......225
2.3. Ordinul *Gigartinales*.......226
2.4. Ordinul *Rhodymeniales*.......226
2.5. Ordinul *Ceramiales*.......226
9. Încrengătura *Chlorophyta*.......229
9.1. Clasa *Prasinophyceae*.......231
9.2. Clasa *Chlorophyceae*.......231
2.1. Ordinul *Volvocales*.......231
2.2. Ordinul *Chlorococcales* (= *Protococcales*).......235
2.3. Ordinul *Chaetophorales*.......237
2.4. Ordinul *Oedogoniales*.......238
9.3. Clasa *Ulvophyceae*.......240
3.1. Ordinul *Codiolales* (= *Ulothrichales*).......240
3.2. Ordinul *Ulvales*.......241
Ord. *Acrosiphonales*.......242
9.4. Clasa *Cladophorophyceae*.......242
4.1. Ordinul *Cladophorales* (= *Siphonocladales*).......242
9.5. Clasa *Bryopsidophyceae* (= *Siphoneae*).......243
5.1. Ordinul *Bryopsidales*.......243
5.2. Ordinul *Halimedales*.......244
9.6. Clasa *Dasycladophyceae*.......244
6.1. Ordinul *Dasycladales*.......244
9.7. Clasa *Trentepohliophyceae*.......246
9.8. Clasa *Pleurastrophyceae* (= *Trebouxiophyceae*).......246
9.9. Clasa *Klebsormidophyceae*.......247
9.1. Ordinul *Coleochaetales*.......247
9.10. Clasa *Zygnematophyceae* (= *Conjugatae*).......248
10.1. Ordinul *Mesotaeniales*.......248
10.2. Ordinul *Desmidiales*.......248
10.3. Ordinul *Zygnematales*.......249
9.11. Clasa *Charophyceae*.......250
Considerații generale asupra algelor verzi.......253
Grupele ecologice de alge.......255

Convieţuirea algelor cu alte organisme 262
Importanţa algelor în natură şi în viaţa omului 264
V. Tip de organizare: Embriofite 266
A. Căile evoluţiei şi adaptării la mediul aerian-terestru 266
B. Sistematica embriofitelor 275
1. Încrengătura *Bryophyta* 276
1.1. Clasa *Anthocerotopsida* 278
1.1. Ordinul *Anthocerotales* 278
1.2. Clasa *Marchantiopsida* (= *Hepaticae* p.p.) 280
2.1. Ordinul *Sphaerocarpales* 280
2.2. Ordinul *Marchantiales* 281
1.3. Clasa *Jungermaniopsida* (= *Hepaticae* p.p.) 283
3.1. Ordinul *Metzgeriales* 283
3.2. Ordinul *Calobryales* 284
3.3. Ordinul *Takakiales* 284
3.4. Ordinul *Jungermaniales* 284
1.4. Clasa *Bryopsida* (= *Musci*) 285
4.1. Subclasa *Sphagnidae* 287
4.2. Subclasa *Andreaeidae* 289
4.3. Subclasa *Bryidae* 289
3.1. Supraordinul *Polytrichanae* 291
1.1. Ordinul *Dawsoniales* 291
1.2. Ordinul *Polytrichales* 291
3.2. Supraordinul *Dicranae* 291
2.1. Ordinul *Dicranales* 291
2.2. Ordinul *Fissidentales* 291
2.3. Ordinul *Pottiales* 292
2.4. Ordinul *Grimmiales* 292
3.3. (Supra)- ordinul *Bartramiales* 292
3.4. (Supra)- ordinul *Funariales* 292
3.5. (Supra)- ordinul *Bryales* 292
3.6. Supraordinul *Hypnanae* 293
6.1. Ordinul *Neckeriales* 294
6.2. Ordinul *Hookeriales* 294
6.3. Ordinul *Hypnales* 294
6.4. Ordinul *Buxbaumiales* 294
6.5. Ordinul *Tetraphidales* 294
6.6. Ordinul *Schistostegales* 294
Răspândirea şi ecologia briofitelor 294
Filogenie. Vechime 296
Utilizări ale briofitelor 297
2. Încrengătura *Pteridophyta* 298
Consideraţii generale 298
Sistematica pteridofitelor 301
2.1. Clasa *Psilophytopsida* 301
1.1. Ordinul *Rhyniales* 302
1.2. Ordinul *Zosterophyllales* (*-aceae*) 302
1.3. Ordinul *Trimerophytales* (*-aceae*) 303
2.2. Clasa *Psilotopsida* 303
2.3. Clasa *Lycopodiopsida* 304
3.1. Ordinul *Asteroxylales* 304
3.2. Ordinul *Protolepidodendrales* 305
3.3. Ordinul *Lycopodiales* 305
3.4. Ordinul *Selaginellales* 306
3.5. Ordinul *Lepidodendrales* (*Lepidophytae*) 308
3.6. Ordinul *Isoëtales* 310
2.4. Clasa *Equisetopsida* (= *Sphaenopsida*) 311
4.1. Ordinul *Hyeniales* (= *Protoarticulatae*) 312
4.2. Ordinul *Sphaenophyllales* 312
4.3. Ordinul *Equisetales* 312
2.5. Clasa *Pteridopsida* (= *Filicopsida* = *Polypodiopsida*) 315
5.1. Treapta de dezvoltare *Primofilices* (= *Protopteridiidae*) 316
1.1. Ordinul *Pseudosporochnales* 317

1.2. Ordinul *Protopteridales*......317
1.3. Ordinul *Cladoxylales*......317
1.4. Ordinul *Coenopteridales*......317
1.5. Ordinul *Archaeopteridales*......317
5.2. Treapta de dezvoltate: *Eusporangiatae* (= *Ophioglossidae*)......318
2.1. Ordinul *Ophioglossales*......318
2.2. Ordinul *Marattiales*......319
5.3. Treapta de dezvoltare: *Leptosporangiatae* (= *Pteridiidae*)......320
3.1. Ordinul *Osmundales*......322
3.2. Ordinul *Gleicheniales*......323
3.3. Ordinul *Schizaeales*......323
3.4. Ordinul *Hymenophyllales*......323
3.5. Ordinul *Matoniales*......324
3.6. Ordinul *Cyatheales* (incl. *Dicksoniales*)......324
3.7. Ordinul *Polypodiales* s. str......324
3.8. Ordinul *Pteridales*......324
3.9. Ordinul *Aspidiales*......325
3.10. Ordinul *Blechnales*......326
5.4. Treapta de dezvoltare: *Hydropteridales* (= *Salviniidae*)......326
4.1. Ordinul *Salviniales*......326
4.2. Ordinul *Marsileales*......328
Răspândirea şi mediile de viaţă ale pteridofitelor......330
Retrospectivă asupra pteridofitelor......331
3. Încrengătura *Spermatophyta*......333
A. Consideraţii generale......333
B. Organele vegetative......335
C. Organele de reproducere......336
D. Polenizarea......339
E. Fertilizarea, formarea seminţei şi a fructului......339
Retrospectiva asupra dezvoltarii istorico-evolutive a spermatofitelor......341
I. Treapta de dezvoltare: *Gymnospermae*......344
3.1. Subîncrengătura *Coniferophytina*......344
1.1. Clasa *Ginkgoopsida*......345
1.2. Clasa *Pinopsida*......346
2.1. Subclasa *Cordaitidae*......347
2.2. Subclasa *Pinidae* (= *Coniferae*)......347
2.1 Ordinul *Voltziales*......349
2.2 Ordinul *Pinales*......350
3.2. Subîncrengătura *Cycadophytina*......358
2.1 Clasa *Lyginopteridopsida* (= *Pteridospermae*)......359
1.1. Ordinul *Lyginopteridales* (= *Cycadofilicales*)......359
1.2. Ordinul *Caytoniales*......361
2.2. Clasa *Cycadopsida*......361
2.1. Ordinul *Nilssoniales*......362
2.2. Ordinul *Cycadales*......362
2.3. Clasa *Bennettitopsida*......365
3.1. Ordinul *Bennettitales*......365
3.2. Ordinul *Pentoxylales*......366
2.4. Clasa *Gnetopsida* (= *Chlamydospermae*)......366
4.1 Subclasa *Welwitschiidae* (*Welwitschiaceae*)......367
4.2. Subclasa *Gnetidae* (*Gnetaceae*)......367
4.3. Subclasa *Ephedridae* (*Ephedraceae*)......367
Retrospectivă asupra istoriei genealogice a gimnospermelor......368
II. Treapta de dezvoltare: *Angiospermae*......369
A. Principiile morfologiei şi anatomiei evoluţioniste ale angiospermelor......369
1. Locul şi timpul apariţiei angiospermelor şi a predecesorilor lor direcţi......369
2. Însemnătatea formelor primitive pentru morfologia evoluţionistă a angiospermelor......372
B. Evoluţia morfologică şi histologică a axei lăstarului la angiosperme......372
1. Organizarea cormului......372
2. Axa lăstarului: construcţie exterioară şi împărţire longitudinală......374
3. Formele biologice ale angiospermelor......374

4. De la tipul lemnos la cel erbaceu 376
5. Evoluția tipului de ramificație a axei lăstarului 378
6. Apariția formelor secundare lemnoase 379
7. Evoluția sistemului conducător în axa lăstarului 380
8. Evoluția razelor medulare și a parenchimului lemnos (xilematic) 384
9. Apariția fibrelor de lemn (= libriform) 386
C. Evoluția frunzelor 388
1. Considerații generale 388
2. Frunza primitivă a angiospermelor 389
3. Dezvoltarea frunzei și adaptări particulare 391
4. Anatomia limbului frunzei 393
D. Sistemul de rădăcini 394
E. Evoluția florii 395
1. Rolul insectelor în apariția florii 395
2. De la florile bisexuate la cele unisexuate 396
3. Dezvoltarea receptaculului (axa) florii 396
4. De la dispoziția aciclică (spiralată) la cea ciclică (verticilată) a componentelor florii 398
5. De la florile polimere non-spiralate la cele oligomere 398
6. Apariția și evoluția periantului 399
7. Evoluția microsporofilelor și a androceului 403
8. Evoluția megasporofilelor și a gineceului 407
9. Evoluția placentației 414
10. Apariția ovarului cu poziția inferioară 416
11. Apariția și evoluția inflorescențelor 417
12. Evoluția polenizării 421
13. Microsporangii și microsporii. Evoluția microsporilor și a granulelor de polen 430
14. Ovulul (Megasporangele) 435
15. Gametofiții 438
16. Apariția tubului polinic și fertilizarea 442
F. Evoluția semințel 443
1. Embrionul 444
2. Endospermul secundar 446
3. Apariția embrionului monocotiledonat 447
4. Tegumentul seminal (Coaja semințel) 447
G. Evoluția fructelor 450
1. Considerații generale 450
2. Clasificarea fructelor 452
3. Răspândirea fructelor și semințelor 458
4. Răspândirea fructelor și semințelor prin intermediul omului 460
H. Germinarea semințelor 461
I. Acumularea de substanțe bioactive 462
J. Istoria fosilelor și unele aspecte ale descendenței angiospermelor 463
K. Diversitate, filogenie și sistematică 466
Sistematica angiospermelor (antofitelor) 470
3.3. Subîncrengătura *Magnoliophytina* (= *Angiospermae*) 470
3.1. Clasa *Magnoliopsida* s. str. 470
1.1. Subclasa *Magnoliidae* 471
1.1. Ordinul *Winterales* 471
1.2. Ordinul *Magnoliales* 471
1.3. Ordinul *Laurales* 473
1.2. Subclasă: Diverse ordine izolate 474
2.1. Ordinul *Illiciales* 474
2.2. Ordinul *Chloranthales* 475
2.3. Ordinul *Piperales* 475
2.4. Ordinul *Lactoridales* 475
2.5. Ordinul *Aristolochiales* 475
2.6. Ordinul *Rafflesiales* 476
1.3. Subclasa *Nymphaeidae* 477
3.1. Ordinul *Nymphaeales* 477
3.2. Ordinul *Ceratophyllales* 478
3.2. Clasa *Rosopsida* 479

2.1. Subclasa *Ranunculidae* 479
1.1. Supraordinul *Ranunculanae* 480
1.1. Ordinul *Ranunculales* 480
1.2. Ordinul *Papaverales* 486
1.2. Supraordinul *Nelumbonanae* 489
2.1. Ordinul *Nelumbonales* 489
2.2. Subclasă: Supraordine diverse foarte izolate 489
2.1. Ordinul *Trochodendrales* 489
2.2. (Supra)- ordinul *Platanales* 489
2.3. (Supra)- ordinul *Buxales* 490
2.4. (Supra)- ordinul *Proteales* 490
2.3. Subclasa *Caryophyllidae* 490
3.1. Supraordinul *Caryophyllanae* 491
1.1. Ordinul *Caryophyllales* 491
3.2. Supraordinul *Polygonanae* 500
2.1. Ordinul *Polygonales* 500
2.2. Ordinul *Plumbaginales* 501
3.3. (Supra)- ordinul *Nepenthales* 501
3.4. Ordinul *Tamaricales* 502
2.4. Subclasa *Rosidae* 503
4.1. Supraordinul *Saxifraganae* 503
1.1. Ordinul *Hamamelidales* 504
1.2. Ordinul *Dilleniales* 505
1.3. Ordinul *Saxifragales* 506
1.4. Ordinul *Gunnerales* 507
1.5. Ordinul *Podostemales* 507
4.2. Supraordinul *Rosanae* 508
2.1. Ordinul *Cunoniales* 508
2.2. Ordinul *Geraniales* s. str. 509
2.3. Ordinul *Rosales* 510
4.3. Supraordinul *Rhamnanae* 516
3.1. Ordinul *Rhamnales* 516
3.2. Ordinul *Elaeagnales* 517
3.3. Ordinul *Vitales* 517
4.4. Supraordinul *Faganae* 519
4.1. Ordinul *Fagales* 519
4.2. Ordinul *Casuarinales* (= *Verticillatae*) 524
4.3. Ordinul *Juglandales* 524
4.4. Ordinul *Myricales* 525
4.5. Supraordinul *Urticanae* 525
5.1. Ordinul *Urticales* 525
4.6. Supraordinul *Fabanae* 529
6.1. Ordinul *Fabales* (= *Leguminosales*) 529
6.2. Ordinul *Polygalales* 536
4.7. Supraordinul *Cucurbitanae* 537
7.1. Ordinul *Coriariales* 537
7.2. Ordinul *Cucurbitales* 537
4.8. Supraordinul *Myrtanae* 539
8.1. Ordinul *Myrtales* 539
4.9. Supraordinul *Rutanae* 543
9.1. Ordinul *Rutales* 543
9.2. Ordinul *Anacardiales* 545
9.3. Ordinul *Sapindales* 546
4.10. Supraordinul *Capparanae* 548
10.1. Ordinul *Capparales* 548
10.2. Ordinul *Caricales* 553
10.3. Ordinul *Tropaeolales* 553
4.11. Supraordinul *Malvanae* 554
11.1. Ordinul *Cistales* 554
11.2. Ordinul *Malvales* 555
11.3. Ordinul *Thymelaeales* 558
4.12. Supraordinul *Violanae* s. lat. 559
12.1. Ordinul *Guttiferales* 559

12.2. Ordinul *Violales* 560
12.3. Ordinul *Linales* 563
12.4. Ordinul *Rhizophorales* 564
12.5. Ordinul *Euphorbiales* 565
4.13. Supraordinul *Celastranae* s. str. 567
13.1. Ordinul *Celastrales* 567
4.14. Supraordinul *Santalanae* 568
14.1. Ordinul *Santalales* 568
14.2. Ordinul *Balanophorales* 569
2.5. Subclasa *Asteridae* s. lat. 569
5.1. Supraordinul *Cornanae* 570
1.1. Ordinul *Cornales* 570
1.2. Ordinul *Garryales* 572
1.3. Ordinul *Eucomyales* 572
1.4. Ordinul *Hydrostachyales* 572
5.2. Supraordinul *Theanae* s. str. 572
2.1. Ordinul *Theales* 572
2.2. Ordinul *Lecythidales* 573
2.3. Ordinul *Sarraceniales* 573
5.3. Supraordinul *Ericanae* 573
3.1. Ordinul *Ericales* 573
5.4. Supraordinul *Primulanae* 576
4.1. Ordinul *Ebenales* 576
4.2. Ordinul *Primulales* 577
5.5. Diverse ordine izolate 578
5.1. Ordinul *Balsaminales* 578
5.2. Ordinul *Polemoniales* 579
5.3. Ordinul *Fouquieriales* 579
5.6. Supraordinul *Gentiananae* 580
6.1. Ordinul *Gentianales* 580
5.7. Supraordinul *Solananae* 584
7.1. Ordinul *Solanales* 584
7.2. Ordinul *Boraginales* 589
5.8. Supraordinul *Lamianae* 591
8.1. Ordinul *Oleales* 591
8.2. Ordinul *Scrophulariales* 593
8.3. Ordinul *Hippuridales* 599
8.4. Ordinul *Lamiales* 599
5.9. Supraordinul *Dipsacanae* 602
9.1. Ordinul *Dipsacales* s. str. 604
5.10. Supraordinul *Aralianae* 605
10.1. Ordinul *Pittosporales* 605
10.2. Ordinul *Araliales* 606
5.11. Supraordinul *Asteranae* 612
11.1. Ordinul *Campanulales* 612
11.2. Ordinul *Asterales* 614
3.3. Clasa *Liliopsida* 622
A. Caractere generale 622
B. Originea monocotiledonatelor 622
C. Răspândire şi clasificare 624
3.1. Subclasa *Alismatidae* (= *Helobiae*) 624
1.1. Ordinul *Alismatales* 624
1.2. Ordinul *Hydrocharitales* 625
1.3. Ordinul *Najadales* (= *Zosterales*) 625
3.2. Subclasa *Aridae* 626
2.1. Ordinul *Acorales* 626
2.2. Ordinul *Arales* 626
3.3. Subclasa *Liliidae* s. lat. 627
3.1. Supraordinul *Lilianae* 628
1.1. Ordinul *Dioscoreales* 628
1.2. Ordinul *Liliales* 629
1.3. Ordinul *Asparagales* 631
1.4. Ordinul *Orchidales* (= *Gynandrae* = *Microspermae*) 636

3.2. Supraordinul *Pandananae*..........639
2.1. Ordinul *Cyclanthales*..........639
2.2. Ordinul *Pandanales*..........639
3.4. Subclasa *Arecidae* s. str. (= *Spadiciflorae* p.p.)..........639
4.1. Ordinul *Arecales* (= *Principes*)..........640
3.5. Subclasa *Commelinidae*..........641
5.1. Supraordinul *Bromelianae*..........642
1.1. Ordinul *Bromeliales*..........642
1.2. Ordinul *Zingiberales* (= *Scitamineae*)..........643
1.3. Ordinul *Pontederiales*..........645
1.4. Ordinul *Typhales*..........646
5.2. Supraordinul *Commelinanae* (= *Farinosae* p.p.)..........646
2.1. Ordinul *Commelinales*..........647
2.2. Ordinul *Poales*..........647
5.3. Supraordinul *Juncanae* (= *Junciflorae*; *Cyperales* s. lat.)..........655
3.1. Ordinul *Juncales*..........655
3.2. Ordinul *Cyperales*..........656
A. Istoricul sistematicii angiospermelor (antofitelor)..........658
1. Perioada descriptivă sau Sistematica utilitară..........658
2. Perioada Sistemelor artificiale..........658
3. Perioada Sistemelor naturale..........659
4. Perioada Sistematicii filogenetice..........661
4.1. Sisteme filogenetice moderne..........662
4.2. Sursele şi metodele moderne de cercetare în sistematica filogenetică..........662
a. Paleobotanica..........662
b. Macromorfologia comparativă..........668
c. Anatomia şi palinologia comparativă..........669
d. Embriologia comparativă..........670
e. Morfologia comparativă a seminţei..........671
f. Fiziologia şi ecologia comparativă..........671
g. Serologia..........672
h. Fitochimia metaboliţilor secundari..........673
i. Compuşii fenolici din pereţii celulari..........674
j. Dovezi pentru sistematica angiospermelor din studiul semantidelor..........675
k. Metoda hibridologică..........676
l. Dovezi din cercetarea ultrastructurală şi micromorfologică..........676
m. Contribuţii ale cariologiei..........676
B. Comparaţie între clasificările moderne filogenetice asupra angiospermelor..........677
C. Retrospectivă asupra apariţiei şi evoluţiei lumii vii..........679
D. Istoria scoarţei Pământului pe baze geologice şi paleontologice..........685
E. Periodizarea paleobotanică a istoriei Pământului..........686
F. Schimbarea şi dispariţia speciilor..........692
Bibliografie..........695
Glosar..........702
Indexul genurilor şi familiilor..........746

CAPITOLUL 1
INTRODUCERE ÎN BOTANICĂ

1.1. Generalități

Botanica este știința despre plante. Termenul de Botanică a fost introdus de Dioscorides (sec. I e.n.) pentru a desemna știința care studiază plantele medicinale. Întradevăr, în grecește botané = iarbă, cu înțeles de plante furajere sau plante folositoare. Denumirea cuprinzătoare, însă, pentru plante, în grecește este phyton. De aceea, s-a propus de mai multe ori, însă nu s-a generalizat, termenul de fitologie pentru studiul plantelor, în antiteză cu zoologie (ca biologie animală).

Ca plante, în sens strict, trebuie considerate toate acele organisme care, în celula lor, pe lângă nuclei autentici (delimitați de o membrană dublă și cu mai mulți cromozomi), conțin și plastide. Plastidele se află sub în formă de cloroplaste sau, în împrejurări potrivite, pot deveni cloroplaste.

Cloroplastele sunt organitele fotosintezei, ale transformărilor energiei luminoase în energie chimică și, legat de acestea, a asimilației carbonului, elementul chimic în jurul căruia s-a clădit viața.

Plantele verzi sunt fototrofe (fotoautotrofe), adică au o nutriție anorganică, spre deosebire de toate celelalte organisme heterotrofe (organotrofe) adică cele care folosesc o hrană organică.

În regnul vegetal, în mod tradițional, sunt așezate și ciupercile, cu toate că în celula lor nu se află cloroplaste. Ele au o nutriție heterotrofă, adică se hrănesc cu material organic mort (saprotrofele) sau cu țesuturi de la organisme vii (parazitele).

Ciupercile au fost totdeauna așezate mai aproape de plante decât de animale, datorită unor caracteristici comune: sunt imobile, absorbția substanțelor nutritive se face din soluție (în formă dizolvată) și celulele au perete rigid la exerior.

Pe treptele inferioare ale evoluției, în domeniul protistelor (eucariote unicelulare), diferențierea între plantă și animal devine problematică. În domeniul larg al flagelatelor (ca de exemplu *Euglena*), există uneori, în cadrul unui gen, atât forme cu cloroplaste (care aparțin fitoflagelatelor) cât și forme apoplastidice (care aparțin zooflagelatelor). De aceea, aceste forme sunt considerate ancestrale atât pentru regnul vegetal cât și pentru cel animal.

Grupul mare al bacteriilor (Arhebacterii și Eubacterii) nu poate fi atașat nici la plante nici la animale. Aceste organisme se deosebesc de toate celelalte viețuitoare, care populează Terra, prin celulele lor mai mici și cu organizare principial mai simplă. Celula lor numită protocit (în opoziție cu eucitul tuturor plantelor, animalelor, ciupercilor și protistelor) este lipsită de nucleu autentic, nu prezintă mitoză sau meioză, formele autotrofe nu prezintă plastide ș.a.

Bacteriile în sens larg (inclusiv cianobacteriile), pe baza caracteristicilor structurale, au fost grupate împreună într-un supraregn distinct, ***Procaryota***, care se opune tuturor celorlalte viețuitoare încadrate împreună în supraregnul ***Eucaryota***. Elaborarea conceptelor de procariot și eucariot (Ed. Chatton, 1925) a revoluționat gândirea biologică, evidențiind prima mare discontinuitate în lumea vie. Între procariote și eucariote, în recenta clasificare a viețuitoarelor, nu există forme de trecere.

Organismele microscopice, atât eucariote cât și procariote, sunt studiate în cadrul unei bioștiințe specifice numită Microbiologie. În cadrul acesteia se studiază și virusurile, sisteme subcelulare care trebuie plasate la granița dintre neînsuflețit și însuflețit și nu forme de început ale vieții.

În ciuda tuturor deosebirilor dintre protocite și eucite, dintre celulele plantelor și animalelor mai evoluate, cu conformație și funcționare cu totul diferită, totuși există o comunitate structurală și funcțională între toate formele vii și cele nevii. Toate sunt compuse din același material inițial brut, și anume particule elementare: protoni, electroni și neutroni. Aceste materiale devin treptat mai organizate pe baza acelorași legi fizice. La baza acestor legi stă conceptul de energie, adică o capacitate de interacțiune între particule, care le face să funcționeze. Interacțiunile energetice asociază particulele în atomi, atomii în molecule predictibile, care în acest mod dau naștere la moleculele ce intră în alcătuirea viului și neviului. Interacțiunile energetice sunt cele care mențin, ca entități, atât un organism cât și o rocă (de exemplu).

În concluzie, structura și organizarea lumii vii și nevii derivă din aceleași proprietăți fundamentale ale materiei și energiei. La început, atomii și moleculele au interacționat sub influența anumitor condiții externe și interne și au format molecule din ce în ce mai mari, care se găsesc acum în toate organismele. Moleculele s-au organizat în sisteme, cum ar fi, de exemplu, sferele. În interiorul sferelor, moleculele s-au structurat în mod caracteristic, structură care le-a permis să se multiplice prin duplicare și astfel să pună bazele celei mai simple forme de reproducere. Această capacitate a dus, în final, la apariția celulei, ca cea mai mică entitate a vieții. Diferența dintre starea de viu și non-viu este dată tocmai de gradul în care materia este organizată și energia folosită.

1.2. Caracteristicile viului

> *„Viul și neviul sunt forme diferite*
> *ale aceleiași materii universale"*
> (E. Haeckel)

Abordarea modernă, actuală, a viului se face după trei concepte: sistem, nivel de organizare și informație. Astfel, celula, organismul și grupurile de organisme, sunt interpretate ca sisteme deschise, alcătuite din subsisteme cu conexiune inversă, cu rol fundamental în autoreglare. Viziunea sistemică asupra viului reprezintă o progresie față de morfologia tradițională și fiziologia bazată pe transformările metabolice ale substanței și energiei. Aspectul informațional se evidențiază atât structural, prin moleculele purtătoare de informație structurală și genetică, molecule numite semantide, cât și fenomenologic, adică ereditar, inclusiv mutațiile și recombinările genetice, cu rolul lor în biodiversitate și evoluție.

Este extrem de greu a defini viața. Cuvântul viață întrupează o „poveste" care se desfășoară în nenumărate direcții de câteva miliarde de ani. Pentru biologi, o definiție ar putea fi aceasta: „Viața este un mod de a capta și de a folosi în mod sistematic energia și materiile" (din Biology, 1999). Viața reprezintă o adaptare la condițiile mereu schimbătoare ale mediului înconjurător, atât pe termen scurt cât și prin generații succesive.

Spre deosebire de non-viu, orice sistem viu posedă o serie de caracteristici, însă numai însumarea și interrelațiile dintre acestea fac posibilă o delimitare mai clară față de sistemele sau plăsmuirile fără de viață.

Aceste caracteristici sunt:

a. Compoziția chimică determinată. În masa uscată a tuturor organismelor vii predomină proteinele, acizi nucleici, poliglucide și lipide. După acestea urmează o grupă mare, eterogenă, de molecule organice și ioni minerali.

Macromoleculele organice nu pot fi sintetizate decât de ființele vii (proces denumit biosinteză) în prezența unor catalizatori numiți enzime.

b. Structura complexă cu caracter de sistem. Atât cele mai simple cât și cele mai dezvoltate ființe se caracterizează prin structuri complexe cu caracter de sistem. Aceasta înseamnă subsisteme (atomi, molecule, macromolecule) integrate într-un sistem, care funcționează coordonat datorită fluxului de energie. Numai prin conlucrarea adecvată între subsisteme se realizează performanțele care definesc viața. Niciunul dintre subsisteme luate separat nu ar fi în stare de aceasta. Un sistem este, principial, mai mult decât o sumă a părților componente, iar viața este totdeauna o realizare a sistemului în ansamblul său.

Sub nivelul celular nu există viață independentă. Celulele sunt organismele elementare. Ele conțin structuri care poartă informații, o abundență de enzime și sunt delimitate de lumea înconjurătoare prin intermediul membranelor cu permeabilitate selectivă.

c. Nutriția. Materiile brute pe care le strâng plantele din mediul înconjurător nu se asamblează singure pentru a forma un nou organism. Procesele de ordonare a tuturor acestor materiale sunt rezultatul transferului de energie dintre substanțe. De exemplu, în procesul de fotosinteză plantele absorb energia solară și o depozitează în compuși cum ar fi adenozintrifosfatul (ATP). Energia ATP-ului este folosită pentru a sintetiza poliglucide și alte molecule. O parte din aceasta devine disponibilă și este orientată spre locații unde se desfășoară activități celulare specifice.

Ființele vii sunt formate din molecule instabile, bogate în energie. Menținerea acestei stări instabile este posibilă numai prin aport de energie. Sistemele vii sunt sisteme deschise, adică primesc din mediul exterior fotoni, respectiv substanțe bogate în energie și cedează mediului substanțe sărace energetic (H_2O, CO_2). Deci, sistemele vii extrag și transformă energia din mediul înconjurător și o folosesc pentru asamblarea materialelor de costrucție în moduri care să asigure întreținerea, creșterea și reproducerea. Pe scurt, toate aceste procese poartă numele de metabolism.

Schimbul de materie și energie face posibilă construcția macromoleculelor proprii organismului (procesul de anabolism) care consumă energie, iar pe de altă parte descompunerea unor compuși bogați în energie (procesul de catabolism), până la molecule din ce în ce mai simple și mai sărace în energie.

Aranjarea structurală şi funcţională a unor molecule într-un organism corespunde unui nivel de entropie scăzut. Menţinerea entropiei fiinţelor vii se realizează numai prin cedarea în mediul înconjurător a surplusului de entropie.

d. Motilitatea (mişcarea) este, în general, specifică animalelor, iar plantele nu se deplasează în spaţiu. Numeroasele excepţii arată că mişcarea nu reprezintă o limită tranşantă între plante şi animale. După cum există animale fixate de substrat (spongieri, crini de mare, unele crustacee marine etc.) există plante unicelulare (euglene, unele alge) care se deplasează activ în mediul de viaţă cu ajutorul flagelilor sau datorită structurii ameoboidale. De asemenea, la plantele superioare terestre, numai anumite celule se deplasează activ (de exemplu anterozoizii muşchilor şi ferigilor). La organele plantelor cu lăstari se evidenţiază mişcări de îndoire, de orientare sau de îndepărtare de un anumit excitant exterior. De asemenea, la majoritatea plantelor există o deplasare intracelulară a citoplasmei (cicloză).

Multe celule sau chiar organisme pot intra în faza de repaus sub formă de ciste, spori, seminţe. În interiorul unor astfel de stări de viaţă latentă nu numai că nu sunt vizibile nici un fel de mişcări ci şi celelalte exteriorizări ale vieţii sunt temporar stagnate.

e. Sensibilitatea. Pentru menţinerea stării de viaţă toate organismele şi celulele lor primesc, prin receptori specifici, semnale din lumea înconjurătoare şi le transformă în reacţii potrivite pentru menţinerea şi adaptarea lor la mediul înconjurător. Deşi nu prezintă sistem nervos ca animalele, plantele, datorită cordoanelor citoplasmatice care trec de la o celulă la alta (plasmodesme) pot reacţiona mai lent sau mai brusc la provocările semnalelor din mediul exterior (vezi P. Tomkins, C. Bird, 1995 „Viaţa secretă a plantelor").

f. Creşterea şi dezvoltarea. Prin procese metabolice, fiinţele vii apar, cresc şi se dezvoltă. Nici un organism nu arată la fel în toate etapele vieţii lui. O celulă nou apărută în urma diviziunii creşte până la dimensiunile celulei mamă. Plantele pluricelulare îşi încep dezvoltarea individuală, în cele mai dese cazuri, de la o simplă celulă (zigot, spor). Prin înmulţirea celulelor ele cresc şi ating mărimea finală, în care se schimbă şi configuraţia celulelor (organizarea lor), apărând ţesuturile şi organele plantelor. Un organism, însă, este mai mult decât o formă organizată cu un set de funcţii în timpul vieţii sale. Fiecare etapă în organizare şi dezvoltare prezintă interrelaţii între celule şi părţi ale sale care duc la anumite proprietăţi adaptative. Toate aceste schimbări se desfăşoară după un anumit program genetic, în acelaşi ritm şi acelaşi mod pentru toate organismele unei specii.

În cursul dezvoltării individuale (a ontogenezei) au loc acumulări cantitative care se manifestă, la maturare, printru-un salt calitativ şi anume apariţia organelor sexuale. Toate aceste procese morfogenetice, dar şi de la nivel celular, care duc la diferenţierea germenilor, deosebiţi de celulele somatice, înseamnă dezvoltare.

1.3. Animal şi plantă

Din punct de vedere istoric au existat două specializări clasice: Botanica (termen care ar trebui înlocuit cu cel de Fitologie - definit mai cuprinzător şi mai corect ca ştiinţa pentru plante) şi Zoologia - ştiinţa despre animale. Treptat, cu dezvoltarea generală a ştiinţelor, cu acumularea a numeroase date din domeniul citologiei, geneticii, biochimiei, fiziologiei etc., au fost depăşite aceste specializări şi au apărut discipline biologice noi, ce studiază transdisciplinar lumea vie. Dintre acestea se amintesc: **biologia generală, biologie celulară, biologie a creşterii şi dezvoltării, biologia evoluţiei** etc., care s-au dezvoltat peste graniţele clasicelor specializări, botanica şi zoologia. Indiferent câte discipline biologice vor apărea, studiul plantelor şi animalelor se va face întotdeauna în cadrul acestor discipline zise clasice. Fără datele de botanică şi zoologie ar dispărea baza pe care se clădesc ştiinţele moderne, ar dispărea baza cercetării şi înţelegerii evoluţiei în lumea vie.

Importanţa botanicii în zilele noastre derivă şi de la faptul că multe descoperiri de biologie fundamentală au fost făcute prin cercetări asupra plantelor, ca de exemplu descoperirea celulei prin secţiuni în dopul de plută (R. Hooke, 1665), a nucleului în celulele epidermice de orchidacee şi asclepiadacee (R. Brown, 1831), a cromozomilor de către E. Strasburger (1875) şi E. Waldeyer (1888), a mitozei (E. Strasburger, 1875), a legilor eredităţii la mazăre (G. Mendel, 1865) etc. Sunt încă multe lucruri de descoperit în biologie şi utilizate în beneficiul umanităţii.

Deşi prezintă şi multe particularităţi comune ca fiinţe vii, nu trebuie să se omită faptul că între planta tipică şi animalul tipic există şi deosebiri esenţiale care le diferenţiază.

Animalul tipic este capabil de deplasare în spaţiu. Dacă în evul mediu era întrebat cineva care este deosebirea dintre animal şi plantă ar fi răspuns astfel: „animal mobilum est, planta imobila". Din această cauză corpul animalului este construit compact. Toate organele lui sunt dispuse la interior, iar la exterior se află numai organele senzoriale cu rol în captarea semnalelor din lumea exterioară. Pentru a analiza organele interne corpul animalului trebuie deschis prin tăiere. De aici s-a dezvoltat disciplina Anatomie (gr. anateimnen – a deschide, tăind). Suprafaţa internă s-a mărit mult prin plierea foiţelor embrionare şi s-au obţinut astfel suprafeţe mari pentru realizarea funcţiei de resorbţie a hranei, pentru respiraţie şi excreţie. În opoziţie cu suprafaţa internă, suprafaţa externă este minimalizată. Animalul este un organism cu construcţie închisă, care odată ajuns la maturare nu mai creşte.

Construcţia compactă a corpului a dus la dezvoltarea unor organe centrale, în număr limitat, pentru realizarea funcţiilor de circulaţie, excreţie. Şi în filogenia sistemului nervos se poate urmări tendinţa de centralizare, cu ramificaţii în tot corpul (la interior şi exterior), ceea ce permite coordonări rapide pentru apărare şi adaptare la factorii schimbători ai mediului extern.

Simetria corpului este preponderent bilaterală, corespunzător cu cei doi vectori: gravitaţia şi direcţia deplasării, perpendiculari unul pe altul. La formele sedentare sau care plutesc liber în apă pot apărea corpuri cu simetrie radiară.

Ţesuturi formative nu se află în tot corpul, ci acestea sunt specializate pentru formarea numai a unor varietăţi de celule: celulele de bază ale sângelui şi sistemului imunitar, ale pielii, ale epiteliului intestinal ş.a. Pentru unele celule înalt specializate din organismul animal matur, cum ar fi neuronii, fibrele striate din muşchi, nu există nici celule de bază şi nici ţesuturi formative care să le refacă după distrugerea lor.

Durata de viaţă a animalelor este foarte mică, până la câteva zeci, mai rar 100 (150) de ani. La animalele mari atât durata de viaţă cât şi capacitatea de regenerare a unor ţesuturi sau celule este limitată sau foarte mică.

Planta tipică, în opoziţie cu animalul, este fixată de substrat. Suprafaţa corpului este maximalizată, datorită dezvoltării organelor sale (rădăcini, lăstari, flori) spre exterior, prin ramificări succesive.

Spre deosebire de animalul tipic, planta tipică este un organism deschis, adică are potenţialitatea de a creşte atât în lungime cât şi în grosime (lăţime) în fiecare perioadă de vegetaţie. Plantele perene prezintă în vârful axelor aeriene şi subterane ţesuturi formative (meristeme), prin intermediul cărora rădăcinile sau lăstarii au o creştere anuală a lemnului prin inele anuale, datorită cărora se îngroaşă.

Organizarea deschisă a corpului plantelor tipice îngrădeşte dezvoltarea organelor centrale, analoage inimii, rinichilor sau sistemului nervos de la animale. Substanţele chimice nefolositoare sau toxice, rezultate în urma metabolismului, sunt eliminate de fiecare celulă în parte (excreţie locală, celulară, în opoziţie cu cea centrală, prin rinichi).

Simetria corpului plantei (şi a organelor acesteia) este preponderent radiară. Organele bisimetrice sau monosimetrice apar numai atunci când vectorii gravitaţiei şi creşterii stau perpendicular unul pe altul (exemplu la frunze depărtate de axul lăstarului, unele flori, fructe sau seminţe).

Durata de viaţă şi capacitatea de regenerare depăşeşte foarte mult pe cea de la animale. Sunt numeroase plante lemnoase, arbori dintre răşinoase şi foioase, cu durata de viaţă de sute sau mii de ani (uneori şi arbuşti sau geofite cu rizomi). Capacitatea de regenerare este enormă, fiecare vârf vegetativ de la organele subterane sau aeriene poate, în principiu, să crească la o plantă nouă. Pe această capacitate se bazează înmulţirea vegetativă prin butaşi, altoi, marcote, bulbi, rizomi, tuberculi etc. De asemenea, în ultimele decenii s-a dezvoltat pe scară largă înmulţirea prin culturi de celule şi ţesuturi, prelevate din punctele de vegetaţie şi care pot da naştere, în timp relativ scurt, la plante libere de viroze şi bacterioze.

Deosebiri semnificative există şi în modul de funcţionare a celulelor plantelor şi animalelor.

Celula plantelor (fitocită) se diferenţiază de celula animală (zoocită) nu numai prin prezenţa plastidelor verzi, dar şi prin modul de nutriţie. Ea este nu numai fototrofă ci şi osmotrofă, adică primeşte substanţe nutritive în formă dizolvată, în soluţie, în timp ce celulele animale sunt fagotrofe, adică înglobează din mediul extern particule solide prin fagocitoză. Pe treptele inferioare de evoluţie (în cadrul unor flagelate) există specii mixotrofe, care prezintă ambele tipuri de nutriţie.

Celula plantei posedă un perete celular rezistent la rupere şi o vacuolă centrală, care ajunge la 90% din volumul celulei. Peretele celular face faţă presiunii hidrostatice a vacuolei când aceasta se umflă cu apa din exterior (turgescenţei celulare), care altfel ar duce la plesnirea (ruperea) celulei. Ca urmare a fenomenelor osmotice, determinate de concentraţia ridicată a sucului vacuolar, apa pătrunde în celulă, aceasta îşi măreşte volumul, însă nu plesneşte, datorită faptului că opune rezistenţă peretele celular, care nu se îmbibă aşa puternic cu apă.

Celulele ţesuturilor animale sunt mult mai mici decât cele ale plantelor, nu prezintă vacuole şi nici pereţi celulari rigizi. Ele sunt scăldate din toate părţile de lichide izotone şi deci şi turgescenţa lor este mică. Celula animală este numită gimnoplast, în opoziţie cu cea vegetală cu peretele rigid la exterior şi denumită dermatoplast. Substanţele intercelulare din ţesuturile de susţinere la animale întăresc şi consolidează nu celule izolate, ci structuri supracelulare.

La sfârşitul diviziunii celulare la plante apare un perete despărţitor (fragmoplast) în mijlocul celulelor fiice, care rămân fixate şi cimentate între ele la locul de formare, în timp ce la animale celulele se deplasează, migrează de la locul de formare, prin gâtuirea celulei mamă.

Celulele ciupercilor sunt asemănătoare cu cele ale plantelor: dermatoplaste osmotrofe, vacuolizate, care se divid prin apariţia internă a unor pereţi celulari între celulele fiice. Se deosebesc de celulele plantelor prin lipsa plastidelor verzi şi a fototrofiei.

1.4. Limitele vieţii

Limitele vieţii trebuie abordate sub cele două aspecte. Mai întâi trebuie cunoscute limitele minime şi maxime ale condiţiilor esenţiale de mediu între care se desfăşoară viaţa şi în al doilea rând, care sunt cele mai mici şi cele mai mari fiinţe vii.

Cu privire la primul sens al graniţelor vieţii, trebuie spus că viaţa se desfăşoară între limite strânse, nu prea largi, ale condiţiilor de mediu exterior, esenţiale pentru viaţă: apa, temperatura, lumina, pH-ul.

Limita minimă este cea sub care nu mai poate exista viaţa, iar cea maximă peste care vieţuitoarele nu mai pot trăi. Între cei doi parametri se plasează optimul de dezvoltare şi existenţă a vieţii.

Pentru temperatură cele mai multe vieţuitoare au optimul între 10-40 °C şi cu conţinut ridicat de apă. În zonele foarte reci şi foarte uscate cresc puţine vieţuitoare sau acestea pot lipsi total. Temperaturile foarte ridicate, de până la 100 °C, care se găsesc în izvoare fierbinţi, pe fundul mărilor şi oceanelor, în jurul vulcanilor, pot fi suportate de vieţuitoare termofile. Astfel, unele arhebacterii au optimul de temperatură în jurul a 100 °C şi pot fi interpretate ca relicte din perioadele preistorice ale Terrei.

Ca producătoare de material organic (biomasă), în esenţă sunt numai organismele fototrofe. Pe baza acestei substanţe organice trăiesc, în relaţii trofice complicate, toate celelalte vieţuitoare. Se poate spune că viaţa se desfăşoară numai pe domeniile bine luminate ale suprafeţei pământului şi oceanelor, la partea superioară a hidrosferei şi litosferei şi în partea inferioară a atmosferei. Comparativ cu volumul planetei Terra, biosfera reprezintă mult sub 1%.

pH- ul este, de asemenea, un factor important de promovare sau de limitare a vieţii. Pe sol sau în apă, viaţa se desfăşoară între pH = 7 (neutru) şi slab acid (între pH = 5,5-6,8, dar nu sub pH = 3, cu excepţia unor arhebacterii) şi nu peste cel slab bazic (pH > 9).

Cu privire la limitele de mărime ale vieţuitoarelor şi aici se poate vorbi de o mare diversitate. Dintre animale, cele mai mari dintre fosile aparţin dinosaurienilor (reptile mezozoice), iar dintre cele actuale unele cetacee cum ar fi balena albastră, care ajunge la 17 m lungime şi o greutate de circa 20 tone.

Dimensiuni mult mai mari au însă unele plante cum ar fi gimnospermele ca *Sequoia sempervirens*, care are peste 100 m înălţime, *Sequoiadendron* (Arborele mamut) până la 100 m, iar dintre foioase anumite specii de eucalipt (→ 12.355 m înălţime).

Pentru biologia teoretică este important de ştiut unde este limita de jos a biosistemelor autoreproducătoare. Cele mai mici celule se află între procariote şi anume micoplasmele, fără perete celular şi cu diametrul celulei în jur de 0,3 μ. ADN- ul lor poate codifica sinteza a numai 700 proteine diferite. Acesta este minimul (cunoscut) indispensabil pentru autoreplicarea ADN- ului, pentru realizarea informaţiei genetice înmagazinate în el, pentru menţinerea unui schimb de substanţă şi energie heterotrof şi a celei mai simple structuri celulare. Pentru comparaţie, celulele bacteriilor tipice (tot procariote) au între 10 şi 20 μ şi diametrul în jur a 2 μ şi pot sintetiza până la 6.000 feluri de molecule. Celulele eucariote cele mai numeroase au între 10-100 μ şi pot sintetiza până la 30.000 molecule diferite.

Virusurile sunt nu numai mai mici decât micoplasmele ci şi mai simplu organizate. Aceştia sunt agenţi infecţioşi acelulari care prezintă un miez de acid nucleic (ADN sau ARN dar niciodată împreună) şi un înveliş proteic protectiv (capsidă), alcătuit dintr-o singură proteină sau din puţine proteine. Virusurile nu sunt vii şi nu se pot multiplica decât în celula gazdă (bacterie, celula vegetală sau animală). După ce materialul său genetic pătrunde într-o celulă gazdă specifică, virusul perturbă mecanismul biosintetic al celulei, determinând celula să producă materialele necesare pentru asamblarea noilor virusuri. Au mărimi cuprinse între 200 Å – 2.500 Å şi au fost descoperite circa 200 specii.

Viroizii şi prionii ocupă treapta cea mai simplă de organizare. Viroizii sunt cei mai de temut agenţi infecţioşi. Au formă liniară sau circulară şi sunt formaţi exclusiv din ARN, fără nici un fel de înveliş proteic. Ei sunt mai mici decât cel mai mic virus şi au fost descoperiţi la plantele superioare. Produc pagube însemnate la cartofi, crizanteme, avocado (*Persea americana*) din Ins. Filipine etc. Sunt suspiciuni că ar produce cancerul uman, ştiut fiind că îl produc la hamsteri. Prionii sunt agenţi infecţioşi alcătuiţi exclusiv din proteine, fără nici un acid nucleic. Pentru sinteze proteice se presupune că ei ar activa o genă din ADN- ul celulei gazdă. Ei produc boli încete şi fatale ale sistemului nervos central (SNC) la om şi mamifere: scrapia (căpiala oilor şi caprelor), encefalopatia spongiformă bovină (boala vacii nebune), iar la om maladia kuru (transmisă şi prin canibalism în Noua Guinee), maladia Kreutzfeldt-Jacob (care se transmite prin instrumentar medical insuficient sterilizat şi consum de carne de la animale infectate) etc.

În ciuda organizării lor extrem de simple, virusurile sau viroizii (şi respectiv prionii) nu pot fi interpretaţi ca forme primordiale ale vieţii, deoarece înmulţirea lor presupune existenţa celulelor vii. Mai concret, în cazul acesta este vorba de material genetic care, parţial, a devenit independent de celulele lor purtătoare (aşa zisele „gene vagaboande"). Un argument pentru aceasta ar fi că în multe (sau aproape toate) celule procariote şi eucariote există fragmente de material genetic (plasmidele multor bacterii şi din unele celule eucariote, segmente de inserţie şi transpozomi) care se transmit prin ereditate, independent de structurile care poartă gene (genofori, cromozomi).

1.5. Disciplinele botanice

Cercetarea lumii plantelor, procariotelor, protistelor şi ciupercilor se poate face din punct de vedere teoretic sau practic, aplicativ.

Din punct de vedere teoretic se urmăreşte cunoaşterea amănunţită a tuturor vieţuitoarelor ca alcătuire externă, structură internă, interrelaţii între structură şi funcţie şi cu mediul înconjurător. În această grupă intră discipline ca: Algologie, Micologie, Microbiologie, Lichenologie etc.

Cercetarea aplicativă reprezintă etapa următoare cercetării teoretice de specialitate. În această grupă sunt încadrate discipline aplicative, care cercetează însemnătatea practică a plantelor pentru om, animale domestice, industrie, protecţia plantelor, ocrotirea naturii etc. Se urmăreşte folosirea plantelor, a ciupercilor, microorganismelor pentru hrana omului şi a animalelor folositoare. Altă direcţie o constituie plantele utile: medicinale, alimentare, farmaceutice dar şi ciuperci sau plante toxice pentru om şi animale; plante agricole sau forestiere, ornamentale; bolile produse de bacterii şi ciuperci la plante, animale sau om; combaterea dăunătorilor şi buruienilor, protecţia naturii etc.

Tabel 1. Direcţiile de cercetare biologică în raport cu complexitatea structurală a obiectelor de studiu (după J. Lengeler, din Strasburger, 1999)

Structuri	Direcţii de cercetare
Atomi	Biofizică
Molecule	Biochimie
Macromolecule semantice (purtătoare de informaţie)	Biologie moleculară
Gene, Cromozomi	Genetică
Celule	Biologie celulară
Ţesuturi	Histologie
Organe	Anatomie, Fiziologie
Organisme	Morfologie, Fiziologia dezvoltării, Sistematica, Filogenie, Autecologie
Populaţii	Geobotanică, Sinecologie

Disciplinele botanice actuale se pot subdiviza în două mari grupe: A - care studiază individul (planta, ciuperca sau protistul) sub toate punctele de vedere; B - care cercetează comunități vegetale (M. Andrei, Natalia Rădulescu-Mitroiu, 1985).

Morfologia plantelor (s. str.) = Organografia. Reprezintă studiul extern al plantelor: organe vegetative și reproducătoare. Se face cu ochiul liber sau cu aparate ce măresc obiectul de studiu de un număr de ori.

Anatomia plantelor reprezintă studiul structurii interne a organelor plantelor, în secțiuni longitudinale sau transversale, la microscop. Ea cuprinde: citologia - adică studiul celulelor și histologia - știința despre țesuturi. Treptat, aceste două direcții de cercetare s-au diferențiat ca discipline de sine stătătoare. Spre deosebire de animale și om (corp cu construcție închisă), la care trebuie tăiat corpul pentru a analiza organele, la plante (corp cu construcție deschisă), cu organe situate la exterior, trebuie făcute doar secțiuni pentru a analiza la microscop celulele și țesuturile din care sunt alcătuite acestea.

Embriologia vegetală are ca obiect de studiu dezvoltarea ontogenetică a organismelor de la zigot până la stadiul de organism deplin format. Altfel spus, în cadrul embriologiei vegetale se studiază toate procesele citologice, histologice și morfogenetice începând cu gameții, zigotul și continuând până la formarea embrionului cu organele vegetative în miniatură (radiculă, axă hipocotilă, gemulă) proces numit organogeneză.

Fiziologia vegetală este știința care studiază funcțiile plantelor în domeniul schimbului de substanțe și de energie (metabolismul), creșterea și dezvoltarea individuală, mișcările plantelor etc.

Genetica reprezintă știința despre ereditatea și variabilitatea organismelor ca anexă a biologiei reproducerii.

Fitopatologia studiază bolile plantelor produse de virusuri (circa 1.500), de bacterii (circa 600) sau de ciuperci (circa 162), interrelațiile dintre plantă și agentul patogen etc.

Sistematica botanică este o știință sintetică, expresia cea mai completă a cunoștințelor despre plante. Sistematica urmărește cunoașterea și clasificarea plantelor. Aceasta studiază asemănările, deosebirile și originea grupelor de plante, urmărind stabilirea relațiilor de înrudire dintre ele, în vederea prezentării acestora într-un sistem de clasificare. Înaintea lui Darwin, toate schemele de evoluție au postulat linii filetice, în general drepte, adică o dezvoltare liniară de la inferior la superior. După apariția „Originii speciilor" (1859) a lui Darwin, lumea științifică a adoptat teoria propusă de acesta, a evoluției prin ramificare (cladogeneză). Potrivit cu această teorie, sistemul filogenetic de clasificare al plantelor trebuie imaginat ca un arbore stufos în care rădăcinile, trunchiul și ramurile principale sunt ocupate de grupele cu caractere primare, de inferioritate, iar extremitățile de grupele cu caractere derivate, de superioritate, provenite prin evoluție divergentă.

Sistematica, pentru a stabili gradul de rudenie dintre specii sau neamuri, trebuie să ia în considerare și să compare cât mai multe caractere omoloage, începând cu domeniul macroscopic al conformației externe și terminând cu cel al biologiei moleculare sau fiziologic-ecologic. Numai astfel se face posibilă înțelegerea, delimitarea și determinarea asemănărilor dintre neamurile de plante, cele mai vechi cu cele din zilele noastre. La aceste caracteristici, obținute de la discipline mai mult sau mai puțin înrudite, trebuie să se adauge studiul fosilelor, al arealelor, ca expresie a răspândirii lor în spațiu și timp, precum și metode citogenetice și experimentale.

Inclusă în Sistematica botanică este și taxonomia, ca știința despre taxoni. Ea are ca obiect de studiu denumirea, descrierea și ordonarea celor peste 370.000 specii vegetale actuale, a celor peste 70.000 specii de ciuperci (din cele 1,5 milioane estimate), cele circa 1.600 specii de bacterii, circa 2.000 specii de cianobacterii cunoscute, în taxoni supra- și infraspecifici. În total circa 500.000 specii.

Taxonomia grupează organismele în categorii ierarhice abstracte, supraordonate speciei (gen, familie, ordin, clasă, încrengătură, regn, supraregn) și subordonate speciei (subspecie). Acestea sunt denumite (urmând reguli bine stabilite) cu nume științifice latinești sau latinizate.

Filogenia regnului vegetal (Istoria genealogică a plantelor). Studiază originea și descendența organismelor unele din altele, forma concretă a procesului evolutiv la nivel specific și supraspecific. Este o disciplină de contact în strânsă legătură cu sistematica și paleobotanica, pe ale cărei date se sprijină. Filogenia se întemeiază pe afinități între specii, deduse mai ales pe baza concordanțelor morfologice și structurale. În multe cazuri, când în privința înrudirii între două specii au existat îndoieli, datorită ambiguității dovezilor morfologice, s-a apelat la metode moderne cum sunt cele ale biologiei moleculare. O descoperire neașteptată a biologiei moleculare a fost că moleculele evoluează la fel ca structurile somatice. Cu cât două organisme sunt mai înrudite, cu atât mai asemănătoare sunt moleculele lor. Se are în vedere și se compară, mai ales, secvențele bazelor azotate din ADN sau secvențele aminoacizilor în moleculele proteice. În consecință, biologia moleculară a devenit una dintre cele mai importante surse de informații privind relațiile filogenetice. O filogenie bazată pe caracteristici morfologice, ale organelor omoloage, este, de obicei, în esență aceeași cu filogenia bazată exclusiv pe caracteristici moleculare (E. Mayr, 2004). Cu aceasta filogenia ajunge la cercetarea evoluției plantelor, adică urmărește cunoașterea legilor și cauzelor formării speciilor și a taxonilor supraspecifici. În concluzie, filogenia studiază modul concret cum s-a desfășurat evoluția de-a lungul timpului geologic.

Paleobotanica este știința care studiază, sub toate aspectele, fosilele vegetale, din toate erele geologice.

Ecologia plantelor. Cercetează interrelațiile dintre plante și mediul lor înconjurător. Ea cuprinde o autecologie (legăturile indivizilor speciilor separate cu mediul) și o sinecologie (interrelațiile asociațiilor vegetale cu mediul de viață, abiotic sau biotic).

În legătură directă cu ecologia, datorită însemnătății ecosistemelor naturale în lumea actuală, suprapopulată, sunt cele două discipline actuale: Fitocenologia (Fitosociologia) și Geobotanica.

Fitocenologia (Fitosociologia) este știința care studiază fitocenozele sau comunitățile elementare de plante, sub toate aspectele: structura pe orizontală și verticală, alcătuire floristică, raporturile cu mediul abiotic și biotic, răspândire în timp și spațiu, tipizare și clasificare dar și folosire rațională a lor (Doina Ivan, 1979). Fitocenoza este partea cea mai importantă a biocenozei și respectiv a ecosistemului.

Geobotanica este știința botanică ce se ocupă cu studiul complex al vegetației pământului sub aspect ecologic și fitocenologic (cei mai mulți autori români). În literatura euro-apuseană și ex-sovietică geobotanica este sinonimă cu fitocenologia. În țările de limbă engleză, geobotanica este sinonimă cu ecologia.

Biologia, în general, botanica, în special, nu trebuie să rămână la faza de constatare a existentului. Ea trebuie să încerce să descopere și să explice legitățile care stau la bază diversității naturii vii înconjurătoare, să stabilească mersul evoluției de la simplu la complex, de la primordial la derivat, de la mai puțin eficient la foarte eficient în răspândire și reproducere, de la mai puțin adaptat la foarte adaptat (specializat). Cu alte cuvinte, Botanica nu trebuie să se limiteze la a înregistra caractere morfo-anatomice ci să le explice în ordinea apariției și perfecționării lor, pentru a face organismul mai adaptat, mai bine integrat în mediul abiotic și biotic. De asemenea, grupele naturale de plante trebuie prezentate în ordinea apariției și perfecționării lor morfo-anatomice treptate, pe baza cunoștințelor acumulate la un moment dat. Cu alte cuvinte, Botanica trebuie să devină filogenetică.

1.6. Metode de cercetare în botanică

Cele mai des utilizate sunt:

1. Observația, care trebuie să se facă fără idei preconcepute, folosind și mijloace de mărire (lupă, microscop etc.). Un auxiliar foarte important al observației este desenul.

2. Experimentul, adică observarea de desfășurări a unor fenomenele biologice în condiții artificial stabilite, respectiv variate față de natural.

Datele obținute prin observație și experiment reprezintă doar materialul brut pe baza căruia se încearcă explicarea unui fenomen. Urmează elaborarea unor ipoteze, care, dacă nu sunt infirmate devin teorii. Prin descoperirea de corelații (legături logice) între diferite procese trebuie să se ajungă la elaborarea de legi ale naturii. Aceasta presupune un efort de abstractizare și generalizare a evenimentelor și structurilor principial insesizabile și stabilirea legăturilor cauzale între ele.

CAPITOLUL 2
EVOLUŢIE ŞI SISTEMATICĂ

„O îngrămădire de fapte este tot aşa de puţin
o ştiinţă cum o grămadă de pietre este o casă"
(H. Poincaré)

2.1. Principii generale

Abundenţa şi diversitatea formelor de viaţă pe Terra este foarte mare. După cei mai mulţi autori, aceasta se estimează la circa 500.000 specii plante (s. l.) şi mai mult de 2 mil. specii de animale care populează spaţiile vitale ale planetei. Variabilitatea în cadrul speciilor şi diversitatea speciilor vegetale şi animale, în raport de felul lor de viaţă şi cu mediul înconjurător, poartă numele de adaptare. Aceste adaptări referitoare la structura organismului, funcţiilor, comportamentului dar şi de altă natură favorizează individul şi respectiv populaţiile în lupta pentru existenţă.

Premisele pentru diversificarea speciilor şi răspândirea lor pe Terra le reprezintă fenomenele de reproducere şi înmulţire.

Legătura dintre părinţi şi urmaşii unei specii, determinaţi de fenomenele de reproducere, poartă numele de înrudire. Diferenţele care apar între părinţi şi urmaşi, dar şi între indivizii ce apar în urma reproducerii sunt grupate sub numele de variaţii iar procesul variabilitate. Dacă anumite organisme au caractere asemănătoare, în ciuda numeroaselor deosebiri, aceasta se explică prin faptul că au descins dintr-un strămoş comun. Diferenţele structurale, fiziologice şi de altă natură au început să apară ca urmare a adaptării divergente la noi condiţii ale mediului înconjurător.

Abundenţa actuală a vieţuitoarelor nu trebuie înţeleasă ca un continuu de forme ci mai degrabă ca un discontinuu, adică se compune din grupe de indivizi înrudiţi numite încrengături, care sunt separate ± unele de altele.

Descifrarea acestei discontinuităţi şi orânduirea ei ierarhică a reprezentat o necesitate a spiritului uman de a cunoaşte şi de a înţelege lumea înconjurătoare. Pasul următor a fost denumirea grupelor de organisme asemănătoare, pentru a uşura orientarea şi înţelegerea între oameni.

Pentru a răspunde la numeroasele întrebări asupra diversităţii organismelor, a modurilor de înmulţire şi reproducere, cum ia naştere izolarea şi discontinuitatea între vieţuitoare, gruparea şi denumirea acestora după criterii ştiinţifice, sunt chemate să răspundă mai multe discipline biologice: biologia reproducerii, genetica, sistematica şi filogenia, taxonomia şi nomenclatura, cercetarea evoluţiei ş.a.

2.2. Înmulţire şi reproducere

Toate evenimentele din viaţa organismelor sunt îndreptate, până la urmă, către asigurarea autoconservării (conservarea speciei), care se realizează în principal prin înmulţire şi propagarea (răspândirea) indivizilor.

După cei mai mulţi specialişti în domeniu, termenii de înmulţire şi reproducere nu trebuie sinonimizaţi. Înmulţirea asexuată înseamnă o creştere a numărului de urmaşi. Aceasta se bazează pe diviziuni succesive ale germenilor prin mitoze şi în măsura în care nu apar mutaţii se formează urmaşi cu caractere moştenite asemănătoare.

Înmulţirea asexuată se subdivide în:
- asexuată propriu-zisă
- vegetativă

În cazul **reproducerii sexuate** obligatoriu trebuie să se formeze celulele germinative haploide, diferenţiate sexual, numite gameţi. Din contopirea gameţilor (singamie) se formează zigotul diploid, capabil de dezvoltare ulterioară. Reproducerea sexuată este totdeauna legată de o schimbare a fazei nucleului prin meioză, trecându-se de la diploid la haploid. Ca urmare a recombinării genetice prin crossing-over (schimbul de fragmente cromatidice) se formează cromozomi recombinaţi, cu o cromatidă pură şi alta nouă, cu o combinaţie de gene de la ambii părinţi. Cromozomii recombinaţi se repartizează în număr egal la cele două celule fiice haploide rezultate în urma primei diviziuni meiotice. După a doua diviziune meiotică, asemănătoare cu o mitoză, se formează patru gameţi haploizi, dintre care doi cu cromozomi puri şi doi cu cromozomi recombinaţi. Aceasta este premiza pentru formarea de urmaşi cu însuşiri neasemănătoare.

Variabilitatea, adică unicitatea fiecărui individ, este caracteristică fiecărei specii care se reproduce sexuat. Pentru desfăşurarea evoluţiei variabilitatea este o premisă indispensabilă. Reproducerea sexuată prezintă, astfel, mai multe avantaje, care, combinate, prevalează asupra aparentului avantaj numeric al asexualităţii (indivizii mai mulţi dar cu slabă variabilitate).

Celulele izolate sau formaţiuni din mai multe celule, care servesc la înmulţirea asexuată sau la reproducerea sexuată, sunt denumite cu un termen general germeni.

2.3. Biologia generală a înmulţirii şi reproducerii

Forma cea mai simplă de reproducere se întâlneşte la multe organisme unicelulare, la care „părinţii" se contopesc în întregime în urmaşi, deci ei sunt potenţial nemuritori.

Începând cu algele verzi coloniale (*Volvox*, ş.a.) şi continuând cu plasmodiile mixomicetelor şi apoi la organismele pluricelulare are loc o diviziune a muncii, rezultând celule somatice (care în final pier) şi celulele germinative (cu rol în înmulţire şi reproducere).

Celulele singulare care servesc la reproducere se numesc celule germinative. Pe lângă acestea, la organismele pluricelulare există şi corpuri de reproducere multicelulare numite corpuri germinative. Toate aceste forme de reproducere sunt desemnate ca germeni.

La plante, reproducerea este asociată cu înmulţirea. Excepţii ar fi la unele *Zygnemataceae* şi *Diatomeae*.

O uimitoare rată de îmnulţire se întâlneşte la macromiceta *Langermannia gigantea*. Carpoforii anuali ai acesteia pot atinge până la 1,5 m în diametru şi greutatea până la 12 kg şi pot produce până la 7,5 trilioane de spori, cam cât ar produce 400 carpofori de *Agaricus campestris* (după Sidorova, din Gorlenko). Potenţial, toţi aceşti spori pot da naştere la micelii de ciupercă.

La plante s-a ajuns, de cele mai multe ori, la o diferenţiere clară între înmulţirea asexuată şi reproducerea sexuată.

În cazul înmulţirii asexuate se formează dintr-un individ-mamă, în urma unor mitoze succesive, germeni capabili de dezvoltare independentă şi în măsura în care nu apar mutaţii se formează urmaşi cu caractere moştenite asemănătoare. Prin înmulţirea vegetativă, urmaşii dintr-un individ mamă, identici din punct de vedere genetic, alcătuiesc o clonă.

În cazul reproducerii sexuate, legată totdeauna de o schimbare a fazei nucleului de la diploid la haploid, prin meioză şi crossing-over, se formează urmaşi cu însuşiri neasemănătoare.

Cele două modalităţi de reproducere (asexuată şi sexuată) s-au diferenţiat treptat, în decursul dezvoltării istorice a organismelor.

La unele organisme eucariote inferioare, celulele germinative haploide sunt totipotente, adică se pot comporta atât ca celule de înmulţire asexuată cât şi sexuată (sexualitate facultativă). De exemplu, la alga *Chlamydomonas* sau la multe ciuperci inferioare ca *Olpidiaceae* ş.a., izosporii se comportă şi ca gameţi. În mod cu totul excepţional gameţii (ca şi izosporii) se pot divide mai departe fără singamie (ca de exemplu în cazul apomixiei).

Limitele dintre înmulţirea asexuată şi reproducerea sexuată la multe procariote, ca urmare a proceselor de parasexualitate, este deseori neprecisă. Este de remarcat faptul că fenomene de parasexualitate au fost descoperite în ultimul timp, foarte frecvent şi la eucariote.

Timpul dintre un eveniment de reproducere (asexuată sau sexuată) până la evenimentul similar următor poartă numele de durată de generaţie. Cu cât un organism este mai mic, cu atât durata de generaţie este mai mică. La unele bacterii, în condiţii optime de mediu (hrană, temperatură etc.), durata de generaţie între două diviziuni celulare este de mai puţin de 20 minute. Teoretic, se poate stabili prin calcule, că potenţialul de înmulţire al acestor organisme este foarte mare.

A. Înmulţirea vegetativă

Acest mod de înmulţire îmbracă forme variate şi serveşte la formarea unor indivizi vegetali bine adaptaţi şi verificaţi în evoluţie.

Formele înmulţirii vegetative sunt: diviziunea în două (bipartiţia) şi multiplă la unicelularele eucariote; fragmentarea vegetativă la pluricelulare; înmulţirea prin corpuri vegetative pluricelulare.

a. Bipartiţia şi diviziunea multiplă

Reprezintă formele primare ale înmulţirii vegetative. Între acestea, forma cea mai simplă este schizotomia, adică celula mamă iniţială se împarte complet în două celule fiice egale între ele. Se întâlneşte la unele *Xanthophyceae* (Alge galben-verzui) unicelulare precum *Ankylonoton*. Valoare de propagare mai mare o are schizogonia (diviziunea multiplă), frecvent întâlnită la algele verzi unicelulare (*Chlamydomonas*, *Chlorella* ş.a.).

Schizogonia este de două feluri:

- schizogonie simultană, adică mai întâi diviziunea multiplă liberă a nucleului şi apoi repartizarea prin pereţi despărţitori a citoplasmei la nucleii rezultaţi;
- schizogonie succesivă, când după prima diviziune a nucleului apar şi pereţii despărţitori ai celulei etc. încât se ajunge la mai multe celule fiice. Astfel, celula mamă devine un rezervor de germeni. Tot astfel se ajunge la formarea de noi colonii de celule în interiorul coloniei mame, la *Volvocales* (*Volvox sp.*, *Pandorina sp.* ş.a.) sau la uniuni de agregare ca la *Chlorococcales* (*Chloroccocum sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Coelastrum sp.* ş.a.). În colonii, celulele se divid în continuare, iar în uniunile de agregare, diviziuni ale celulelor nu mai au loc, încât numărul şi forma caracteristică a acestora este stabilită în celula mamă sau după ce acestea devin libere în masa de gelatină.

Comparabilă cu schizotomia este înmulţirea prin înmugurire de la drojdii (*Saccharomyces sp.*), numai că celula fiică este de la început mai mică decât celula mamă.

b. Fragmentarea vegetativă la pluricelulare

Această formă a înmulţirii vegetative se întâlneşte începând cu procariotele alge albastre-verzui (ex. *Plectonema sp.*), apoi la alge eucariote (*Fucus*, *Sargassum*, unele alge verzi), la unii licheni (*Cladonia sp.*), plante-muşchi (*Scapania sp.*), ferigi şi angiosperme erbacee.

Astfel, la *Plectonema* se formează ramificaţii false, care pornesc din filamentul central, ies din teaca de gelatină şi refac o nouă algă filamentoasă. La alte alge albastre-verzui filamentoase, locurile de desprindere ale fragmentelor de filamente sunt deja pregătite, în dreptul heterocistelor.

Algele eucariote mai evoluate, cum ar fi *Fucus*, *Sargassum* (*Phaeophyceae*), *Cladophora* (*Chlorophyta*), se înmulţesc frecvent (uneori exclusiv) prin fragmente vegetative de tal. De asemenea, acest mod de înmulţire se întâlneşte la licheni (ex. *Cladonia sp.* ş.a.), plante-muşchi (*Scapania sp.)* (la care fragmente de tulpiniţe sau frunzişoare, care pot regenera noi plante) sau la ferigi, prin fragmentarea rizomilor sau alungirea continuă a acestora (*Pteridium aquilinum*).

La angiosperme, prin pierea părţilor moi bătrâne de corm, locul acestora este luat de părţi mai tinere, care devin independente şi dau naştere la plante fiice. Astfel, ciuma apelor (*Elodea canadensis*), adusă în Europa la începutul sec. 20, se înmulţeşte exclusiv prin fragmentarea lăstarilor şi a ajuns să fie răspândită în toate ţările europene. Prin dezintegrarea rizomilor se înmulţesc frecvent multe liliacee: *Paris quadrifolia* (Dalacul), *Polygonatum sp.* (Pecetea lui Solomon), *Convallaria majalis* (Mărgăritarul) ş.a. Prin lăstari supraterani se înmulţeşte căpşunul (*Fragaria* x *ananasa*), trifoliul alb (*Trifolium repens*), piciorul cocoşului târâtor (*Ranunculus repens*) ş.a.

În practica pomicolă, viticolă, floricolă dar şi în agricultură, capacitatea mare generativă a multor plante folositoare este utilizată pentru înmulţirea prin părţi de lăstar (butăţire, marcotaj, altoire) şi mai nou prin culturi de celule sau de ţesuturi meristematice.

c. Corpuri generative pluricelulare

În aceste caz este vorba de părţi de tal sau fragmente de lăstari de la plante superioare, care se pot desprinde de plante mamă şi generează noi indivizi.

Astfel, la plante muşchi ca *Marchantia polymorpha* (muşchi hepatic) dar şi la numeroase specii de muşchi frunzoşi se formează corpuri de înmulţire vegetativă numite propagule. Acestea se formează pe nervurile mediane ale părţii superioare a talului (la *Marchantia*), în unghiurile frunzuliţelor sau în vârful tulpiniţelor (la muşchii frunzoşi) şi au forma unor cupe cu piciorus scurt.

La alga brună *Sphacelaria* corpii pentru înmulţire vegetativă sunt pluricelulari şi au formă cilindrică. La licheni corpurile de înmulţire vegetativă poartă numele de soredii şi isidii.

La angiosperme se află bulbi, rizomi, tuberculi, cu rol de înmulţire vegetativă. Se tuberizează, prin acumularea substanţelor de rezervă în frunze, mugurii de la subsuoara frunzelor aeriene la *Dentaria bulbifera*, *Lilium bulbiferum* ş.a. şi formează bulbili. Alteori, se îngroaşă axa mugurelui şi formează tubercule ca la grâuşor (*Ranunculus ficaria*). Bulbii se pot forma şi în inflorescenţe la diferite specii de *Allium*, în nervurile frunzelor la ferigile *Asplenium bulbiferum*, *A viviparum* sau la marginile frunzelor, pe dosul acestora, la planta de seră *Bryophyllum sp.* (*Crassulaceae*), de unde desprinderea se face printr-un ţesut de separare.

La „viviparele" neautentice, cum ar fi *Poa bulbosa* f. *vivipara*, *P. alpina* f. *vivipara*, paleile ce înconjoară cariopsele cresc sub forma unor frunzuliţe. Astfel, în inflorescenţă se dezvoltă muguri mici (cariopse înconjurate de frunzuliţe), care în final cad şi după contactul cu solul formează rădăcini şi astfel cresc la plante întregi.

La „viviparele" autentice din fam. *Rhizohoraceae*, care alcătuiesc mangrovele, sub forma unor tufărişuri în zonele de coastă tropicală ale globului terestru, mai ales în regiunile de est (Oc. Indian şi Pacific), ca adaptare şi supravieţuire în mâlul sărat, în fructele lor cu o sământă, aceasta germinează deja pe planta mamă. Se formează radicula şi hipocotilul ca o măciucă (la *Rhizophora sp.* lung până la 1 m), care atârnă din fruct. Dacă în cele din urmă cade, datorită greutăţii hipocotilului se ancorează în mâlul sărat cu rădăcina sau se dezvoltă după instalarea uscăciunii în acele locuri.

Pentru înmulţirea vegetativă servesc şi mugurii pentru iernare (hibernaculi) de la plantele de apă (*Hydrocharis morsus-ranae*, *Utricularia vulgaris* ş.a.), tuberculii cu stoloni subterani de la cartof sau de la unele labiate (*Lamium luteum* ş.a.).

B. Înmulţirea asexuată propriu-zisă

La aproape toate grupele de procariote şi eucariote se formează celule germinative specializate pentru înmulţire, care sunt desemnate ca spori. De cele mai multe ori ei sunt rezultatul schizogoniei.

Când se formează în interiorul unor rezervoare (sporangi) ei se numesc endospori, iar când se formează la exteriorul unor structuri specializate se numesc exospori (ex. conidiospori).

La multe alge eucariote şi ciupercile acvatice, sporii au pereţi subţiri, sunt prevăzuţi cu flageli, sunt, deci, mobili şi poartă numele de zoospori sau planospori. La multe ciuperci, unele plante terestre (briofite, pteridofite) sporii au pereţii groşi, sunt lipsiţi de flageli şi poartă numele de aplanospori. Ei sunt răspândiţi pasiv prin intermediul vântului (anemochorie) sau animalelor (zoochorie).

Sporii care rezultă în urma mitozelor se numesc mitospori şi se formează în mitosporangi, iar cei care se formează în urma meiozelor se numesc meiospori, iar organele în care se formează se numesc meiosporangi.

Meiosporii şi meiosporangii apar totdeauna în legătură cu reproducerea sexuată şi meioza şi numai în diplofază, în timp ce mitosporii şi mitosporangiile se pot forma atât în haplofază (mitospori haploizi) cât şi în diplofază, dar fără meioză (mitospori diploizi). În ciuda acestor deosebiri, mitosporii şi meiosporii arată multe asemănări funcţionale. Aceste aspecte se vor detalia la fiecare grupă sistematică în parte.

Sporii endogeni (endosporii) de la alge şi ciuperci se formează, de cele mai multe ori, în structuri specializate numite sporocite, care pot fi mitosporocite şi meiosporocite. Sporocitele sunt unicelulare, cu perete celular la exterior. Sporangiile embriofitelor (plantelor terestre) sunt pluricelulare şi sunt înconjurate totdeauna de unul sau mai multe straturi de celule sterile, ca adaptare la uscăciunea atmosferică.

În numeroase cazuri, între formele de înmulţire vegetativă şi celulele germinative specializate – sporii, există forme de trecere, încât acestea sunt tratate împreună ca înmulţire asexuată (vegetativă) sau reproducere vegetativă.

C. Reproducerea sexuată

La eucariote, însemnătatea reproducerii sexuate rezidă mai puţin din înmulţire şi mai degrabă din recombinarea genelor şi, deci, a caracterelor dobândite şi apoi modificate prin mutaţie, ale diferiţilor indivizi. Prin aceasta premisele pentru evoluţie şi adaptare ale indivizilor (populaţiilor) cresc considerabil.

În cazul reproducerii sexuate în mod obligatoriu se formează celule diferenţiate sexual, numite gameţi.

a. Gameţi şi gametangii

La flagelate, gameţii sunt asemănători cu celulele vegetative şi numai fiziologic sunt diferenţiaţi ca celule sexuale. La acestea, dar şi la unele alge pluricelulare, gameţii sunt asemănători din punct de vedere morfologic şi sunt desemnaţi ca izogameţi. Din punct de vedere genetic însă, ei sunt diferiţi şi notaţi + şi -. Contopirea lor este cea mai simplă formă de singamie şi se numeşte izogamie (= izogameţie).

Când gameţii nu se deosebesc în conformaţia externă ci în mărimea lor poartă numele de anizogameţi, iar contopirea lor anizogamie. Gameţii sunt desemnaţi ca microgameţi (mai mici şi mai mobili) şi megagameţi (mai mari şi mai puţin mobili). Când gameţii sunt clar diferenţiaţi ca formă, dimensiuni şi comportament se numesc heterogameţi.

O formă superioară de heterogamie este oogamia. Celulele sexuale sunt diferenţiate atât stuctural cât şi genetic. Celula sexuală femelă este imobilă, de mai multe ori mai mare decât celulele sexuale mascule şi este desemnată ca oosferă. Celulele sexuale masculine se numesc spermii şi pot fi mobile prin flageli şi se numesc spermatozoizi sau imobile, fără flageli şi sunt desemnate ca spermatii (celule spermatice).

Izogameţii şi anizogameţii se diferenţiază din celule vegetative.

În cazul heterogamiei, gameţii se formează în anumite rezervoare, uni- sau pluricelulare, numite gametangii.

Ca exemplu, în cazul oogamiei, gametangiile feminine se numesc oogonii (oogoane), iar gametangiile masculine pot fi desemnate ca spermatogonii şi respectiv spermatangii. Acestea se întâlnesc la algele eucariote şi fungi şi sunt unicelulare, delimitate de un perete celular. În oogonii se formează gametul imobil feminin – oosfera. În spermatogonii se formează gameţi masculini mobili, flagelaţi, numiţi spermatozoizi, iar în spermatangii gameţi masculini neflagelaţi numiţi spermatii (celule spermatice).

La embriofitele originare – briofite şi pteridofite – gametangiile sunt desemnate ca arhegonii şi anteridii, deoarece, ca o adaptare la uscăciunea atmosferică, sunt înconjurate de un strat de celule sterile protectoare. Arhegoniile (arhegoanele) sunt gametangiile femele şi în ele se formează o singură celulă sexuală femelă – oosfera. Anteridiile sunt gametangiile mascule şi în ele se formează mai multe celule mascule ciliate numite spermatozoizi.

La plante, în general, gameţii iau naştere ca urmare a mitozelor şi se numesc mitogameţi. Aceştia se formează la plantele haplobionte şi diplobionte. Mai rar se formează la plante meiogameţi (ca şi la animale) la organismele diplobionte (ex. Diatomeele ş.a.).

La formarea gameţilor se face diferenţierea între hologamie şi merogamie.

Hologamia se întâlneşte la alge unicelulare (ex. *Chlamydomonadaceae*) când în întregime individul (celula) devine gamet.

Merogamia este atunci când un unicelular, sau una, respectiv mai multe celule ale unui pluricelular, se transformă în gametange.

Atât la speciile hologame cât şi la cele merogame apare atât izogamia cât şi anizogamia. Rareori la unicelulare (*Chlamydomonas coccifera*) apare oogamia hologamă.

b. Singamia şi formarea zigoţilor

Pe baza ademenirii reciproce chemotactice, gameţii se alătură doi câte doi şi fuzionează (singamia). Singamia cuprinde două procese: fuziunea citoplasmelor (plasmogamia) şi apoi contopirea nucleilor (cariogamia). Ca urmare a singamiei se formează o celulă diploidă, calitativ nouă, numită zigot.

Singamia este ultima fază a reproducerii sexuate şi mai devreme sau mai târziu se desfăşoară meioza, cu întoarcerea la haplofază.

La multe grupe de alge şi ciuperci se eliberează nişte substanţe active specifice sexului, numite gomoni, care au rol în diferenţierea sexuală şi în ademenirea chemotactică şi în final contopirea gameţilor (gametangia).

Diferenţierea izogamiei, trecerea spre anizogamie şi apoi la heterogamie a avut loc independent şi paralel la diverse grupe de alge eucariote dar şi la grupe de ciuperci.

O dată cu diferenţierea succesivă, structurală şi fiziologică, între gameţii masculi şi femeli apar avantaje adaptative şi evolutive din ce în ce mai mari, pentru grupele de indivizi la care acestea apar:

- şanse îmbunătăţite pentru a veni în contact;
- mai multe substanţe de rezervă în gameţii femeli şi apoi în zigoţi şi avantaje pentru dezvoltarea lor ulterioară;
- independenţă crescută faţă de factorii nefavorabili din mediul exterior şi de supravieţuire;
- condiţii mai favorabile de start pentru indivizii fii.

La grupele inferioare cu gameţi flagelaţi şi zigotul rezultat în urma singamiei poate fi prevăzut cu flageli (planozigot), însă pentru o perioadă scurtă de timp. După pierderea flagelilor, zigotul devine aplanozigot (imobil).

În ape dulci, zigoţii, adesea, intră într-o perioadă de repaus. În acest caz pereţii celulari se îngroaşă sau la exteriorul lor se formează mai multe straturi de substanţe rezistente, care îi apără de o uscare neprevăzută, prin secarea bălţilor etc. Germinarea zigoţilor are loc după o perioadă îndelungată de repaus.

În mediul marin, mai constant, zigoţii nu sunt prevăzuţi cu astfel de întocmiri şi astfel ei germinează fără perioade de repaus prea lungi.

În izogamie, anizogamie şi multe heterogamii de la alge eucariote şi ciuperci acvatice, singamia are loc în afara plantei-mamă, în apă (ex. la *Chlorogonium sp.*, *Dictyota dichotoma*, *Laminaria sp.*, *Fucus sp.* etc.), acesta reprezentând un caracter iniţial (plesiomorf). La alge verzi mai evoluate (ex. *Coleochaete sp.*, *Chara sp.*) şi la unele alge roşii cu oogamie, contopirea gametului femel (ooafera) cu gametul mascul are loc în interiorul oogonului (caracter derivat, apomorf). În acest mod planta mamă poate să îngrijească şi să protejeze zigotii, care prin diviziuni succesive formează o nouă algă. Acest aspect este accentuat la embriofitele primare (briofite şi pteridofite), la care zigotul se formează şi se dezvoltă în interiorul arhegonului. În acest mod zigoţii sunt protejaţi împotriva uscăciunii, în mediul aerian terestru.

Punctul culminant al grijii materne pentru singamie şi zigoţi, ca şi pentru dezvoltarea embrionului, este atins la spermatofite (fanerogame).

O adaptare de alt fel a reproducerii sexuate la viaţa terestră s-a produs la multe ciuperci, în sensul că nu se mai diferenţiază gameţi individuali. De exemplu la *Oomycetes* (unele mucegaiuri de apă) şi *Zigomycetes* (ciuperci formatoare de zigospori). În aceste cazuri se contopesc gametangiile întregi (gametangiogamie) într-un zigot colector (cenozigot), în care mai târziu se contopesc nucleii de sex opus.

La unele ascomicete şi la toate bazidiomicetele (terestre!) nu se mai formează nici măcar gametangiile. În acest caz, celulele vegetative preiau funcţiile celulelor sexuale. La contactul hifelor a două micelii, ca tipuri de împerechere compatibile, între două celule alăturate are loc plasmogamia. Cariogamia nu urmează imediat, astfel că hifa rezultată din diviziunile succesive ale nucleului este dicariotică. Fiecare celulă a hifei conţine câte doi nuclei, câte unul de la fiecare tip de împerechere. În acest caz, între plasmogamie şi cariogamie se interpune o lungă fază cu celule cu doi nuclei, care poartă numele de dicariofază. Contopirea celor două celule vegetative, de la capătul hifelor, poartă numele de somatogamie.

c. Schimbarea fazei nucleului şi formarea meiosporilor

La toate organismele eucariote cu reproducere sexuată se ajunge, ca urmare a singamiei, la o succesiune a două faze:

- haplofaza, când celulele au nuclei cu un singur set (*n*) cromozomi, cel puţin în gameţi;
- diplofază, în care nucleii celulelor au câte două seturi de cromozomi (*2n*), cel puţin în zigotul rezultat în urma cariogamiei. După meioză se formează din nou celule germinative haploide.

Acestă succesiune ciclică portă numele de schimbarea fazei nucleului.

În raport cu perioadele din ontogenie, când apar mitozele, se pot deosebi câteva tipuri de organisme.

1. HAPLONTE. În acest caz, mitozele se desfăşoară în haplofază, iar meioza are loc la germinarea zigotului (meioza zigotică). Această schimbare a fazei nucleului este considerată primară şi se întâlneşte la grupe inferioare de alge şi ciuperci. Se consideră, astfel, că succesiunea nemijlocită a proceselor de singamie şi meioză (care reprezintă un tot) este încă păstrată. Efectul de înmulţire este mic, deoarece din zigot se formează numai patru spori[*].

2. DIPLOHAPLOBIONTE sunt organismele la care mitozele au loc atât în haplofază cât şi în diplofază. Schimbarea fazei nucleului este intermediară (între cele două generaţii). Unele alge superior organizate şi embriofitele sunt organisme diplohaplobionte. Din zigot ia naştere sporofitul diploid, pe care se formează un mare număr de celule mame meiospore. De aceea, acest tip de schimbare a fazei nucleului a devenit atât de frecvent în regnul vegetal actual şi reprezintă tipul cel mai evoluat.

3. DICARIOHAPLONTE. În acest caz mitozele se desfăşoară atât în haplofază cât şi în dicariofază (între plasmogamie şi cariogamie). Astfel de organisme sunt ascomicetele superioare şi bazidiomicetele.

4. DIPLONTE. Mitozele în ontogenie se desfăşoară numai în diplofază, iar meioza are loc la formarea gameţilor (meioză gametică). Este tipul comun de la metazoare (inclusiv omul), însă la plante se întâlneşte mai rar la diatomee, clorofite sifonale *Fucales* (feoficee) precum şi la ciupercile oomicete.

---

[*] Produsele meiozei, de fiecare dată câte patru, în regnul vegetal poartă numele de spori, spre deosebire de regnul animal, când în urma meiozei se formează gameţii, situaţie mai rar întâlnită la plante (alge-diatomee, clorofite, sifonale), unele ciuperci (*Oomycota*) şi *Fucales* (feoficee).

La fel ca la mitospori, meiosporii algelor sunt flagelați, cu perete celular subțire și sunt desemnați ca meiospori. La plantele de uscat sporii au pereți celulari îngroșați și sunt adesea adaptați pentru răspândire prin intermediul vântului.

Când din meiospori se formează gametofiți diferențiați sexual, aceștia (meiosporii) sunt desemnați ca megaspori (♀) și microspori (♂). De exemplu, heterosporii de la unele pteridofite precum și cei de la spermatofite.

d. Schimbarea reproducerii și schimbarea generației

La cele mai multe plante apar, în același timp sau unele după altele, diferite forme de înmulțire asexuată sau reproducere sexuată, deseori la același individ (ex. *Volvocales, Ulothrix, Oomycota*, dar și la plante cu flori: *Fragaria, Populus sp., Syringa sp.* etc.). Această schimbare a modului de reproducere poate apărea din cauze endogene sau/și exogene.

În decursul evoluției plantelor pluricelulare, la definitivarea ciclului ontogenetic, s-a ajuns la repartizarea anumitor forme de reproducere pe anumite perioade, deseori independente, ale ontogeniei. În acest mod au apărut diferite forme de schimbare de generații.

Generația reprezintă o perioadă a ontogeniei care începe cu un anumit tip de germeni (de ex. spori) și, după un anumit număr de mitoze, se sfârșește cu alt tip de germeni (de ex. gameți). Denumirea generațiilor se dă după tipul de germeni formați pe aceasta: gametofit care formează gameții; sporofit care formează sporii. Exemple clasice pentru schimbarea generației pot fi găsite printre ciuperci: *Allomyces* (*Chytridiomycetes*) ș.a.; alge (*Dictyota dichotoma – Phaeophyceae*) ș.a.; *Polytrichum sp.* (Musci frondosi); *Polypodium vulgare* (*Polypodiopsida*).

Trecerea treptată de la o schimbare de generație neregulată la o schimbare de generație regulată se poate urmări la alga brună *Ectocarpus sp.*, unele *Ulotrichales* sau dintre ciuperci la *Endomycetidae*.

La *Ectocarpus siliculosus*, spre exemplu, ciclul de viață se complică prin unele devieri de la regula generală (alternanța a două generații izomorfe heterofazice), în sensul că sexualitatea nu este clar fixată (în funcție de temperatura apei se formează gametofiți sau sporofiți), generațiile nu sunt totdeauna legate de o anumită fază a nucleului (sporofiții pot aparține atât haplofazei cât și diplofazei), uneori gameții se pot dezvolta partenogenetic și formează gametofiți.

La *Ulothrix zonata* aceleași celule vegetative ale talului haploid pot forma atât mitospori haploizi tetraflagelați, cât și izogameți biflagelați în condiții nefavorabile de viață. Este o algă haplontică, cu schimbarea fazei nucleului zigotică. Germenii singuri nu formează o generație, ca de exemplu gameții la diplonți sau zigoții la haplonți.

Diferite forme ale schimbării de generații

La plante, schimbarea de generație este aproape totdeauna cuplată cu schimbarea fazei nucleului intermediară (între cele două generații). De exemplu, la ferigă ciclul ontogenetic haplodiplobiont se desfășoară astfel: izospori → gametofit → gameți haploizi → singamic → zigot → sporofit → meiospori → gametofit. În acest caz, considerat primordial (ca și la unele alge și ciuperci), schimbarea generației este cuplată cu schimbarea fazei nucleului (de la haploid la diploid prin singamie și de la diploid la haploid prin meioză în sporangii formați pe sporofit). Mitozele se desfășoară atât în haplofază cât și în diplofază.

La tipurile haplont și diplont, de la plantele cu reproducere sexuată, în regnul vegetal lipsește un schimb de generație. Există însă multe exemple, când schimbul de generație are loc independent de schimbarea fazei nucleului sau fără schimbarea fazei nucleului. De exemplu, la algele roșii atât carposporofitul cât tetrasporofitul aparțin diplofazei.

La ferigi cât și la angiosperme este răspândită apogamia, adică dezvoltarea embrionului (sporofitului) din celule haploide sau nereduse (diploide) ale gametofitului și fără singamie. În acest caz, schimbarea fazei nucleului nu mai are loc. Sporofiții pot aparține atât haplofazei cât și diplofazei.

La cele mai numeroase plante, cu schimbare de generații, în ontogenie se succed două faze: gametofitul și sporofitul. Numai la algele roșii se întâlnesc trei verigi: gametofit (haploid), carposporofit și tetrasporofit (diploizi).

Cele două faze se pot afla ca indivizi independenți sau pe un singur individ. În acest din urmă caz se vorbește de diplobiont sau haplobiont (ex. la unele alge sau ciuperci).

După morfologia externă, generațiile pot fi asemănătoare (izomorfe) sau distinct deosebite (heteromorfe). Ambele tipuri se întâlnesc la *Chlorophyta* dar și la *Phaeophyceae*. Tipul izomorf de alternanță de generații (de la *Cladophora, Ulva, Dictyota*) este considerat plesiomorf și mai rar întâlnit, iar cel cu generații heteromorfe, apomorf.

Generațiile pot fi atât de diferite morfologic, încât au fost descrise ca genuri diferite: *Halicystis/Derbesia* (*Chlorophyta*) sau *Cutleria/Aglaozonia* (*Phaeophyceae*). Acestea reprezintă gametofitul și respectiv sporofitul aceleiași alge.

Cu privire la raporturile de dezvoltare a celor două generații, în cursul evoluției se poate urmări dezvoltarea progresivă și diversificarea generației dicariotice și respectiv diploide, concomitent cu reducerea treptată a generației haploide.

Astfel, la *Eumycota*, cele mai evoluate sunt considerate bazidiomicetele, la care dicariofaza domină ciclul ontogenetic și pe acesta se formează corpurile de fructificare.

La plante, dezvoltarea și diversificarea sporofitului diploid și reducerea progresivă a gametofitului haploid se poate urmări la algele brune (*Phaeophyceae*). La cele mai primitive dintre ele domină gametofitul haploid (*Cutleria-Aglaozonia*); la *Dictyota dichotoma* generațiile sunt asemănătoare morfologic și cam de aceeași durată în timp; La *Laminaria* gametofitul este mic, microscopic, iar alga propriu-zisă, de 1-5 m lungime, diferențiată în rizoid, cauloid și filoid, reprezintă sporofitul diploid; treapta cea mai înaltă de dezvoltare a sporofitului este atinsă la *Fucus*, la care nici nu se mai formează gametofiți.

De asemenea, la *Chlorophyta* (alge verzi) se pot urmări în evoluție trei tipuri de alternanță de generații: *Ulothrix* (cu predominarea gametofiților); *Cladophora* cu generații izomorfe; *Halicystis/Derbesia,* la care gametofitul (*Halicystis*) este mic, taloidic, iar alga propriu-zisă este reprezentată prin sporofitul diversificat, diploid (*Derbesia*).

Între embriofite (plante terestre) dezvoltarea, diversificarea și vascularizarea sporofitului, concomitent cu reducerea progresivă a gametofitului (mic și nevascularizat), atinge gradul cel mai înalt la spermatofite.

Cauzele acestor căi de evoluție rezidă din marile avantaje ale dicariofazei și respectiv diploidiei în raport cu haploidia. Surplusul de informație ereditară a celulelor dicariotice și diploide (așa numită redundanță), în raport cu celula cu set haploid de cromozomi, face ca organismele respective să manifeste mai mare vigoare evolutivă și adaptativă la variatele condiții de mediu. Nu trebuie omise nici avantajele ce decurg din rata de înmulțire mai ridicată și independența față de apă în procesul de reproducere sexuată, accentuată treptat la plantele terestre.

2.4. Înrudire și variație

Ontogeneza fiecărui individ cu reproducere sexuată începe cu contopirea gameților produși de cei doi părinți și se termină cu moartea individului. Continuitatea dezvoltării de la o generație la alta este asigurată prin transmiterea celulelor sexuale (gameți) și prin aceasta și a aptitudinilor moștenite conținute în ele (ereditatea).

Toți indivizii între care are loc o transmitere ereditară aparțin unei unități reproductive numită populație. În populații apar variații genetice în urma mutațiilor și a recombinărilor genice (în timpul meiozei). Din acest material brut, obținut prin mutații (schimbări chimice ale genelor) și recombinări genice, sub acțiunea selecției naturale și a izolării reproductive și/sau geografice, se formează neamuri noi, progresiv diferențiate și adaptate la noi medii de viață.

Genealogia (înrudirea) reprezintă, într-un fel, orice succesiune de celule care se află între formarea germenilor.

2.5. Asemănare și genealogie

Cunoașterea relațiilor de rudenie dintre grupe mai mari sau mai mici de plante, din punct de vedere istoric, și stabilirea genealogiei unui anumit grup este foarte greu de făcut. De aceea, înrudirea este, de obicei, cuplată cu asemănarea (concordanța de caractere). Anumite asemănări pot să apară întâmplător, deși indivizii n-au nici o legătură de rudenie. Sunt așa numitele analogii, datorate adaptării la condițiile de viață asemănătoare (ex. suculentele din familii diferite care cresc în condiții deșertice de pe continente diferite).

Pentru a stabili corect gradul de rudenie trebuie luate în considerare și comparate numai caractere omoloage, începând cu domeniul macroscopic al conformației exterioare a unor organe până la domeniul molecular (acizi nucleici sau proteine) și fiziologico-ecologic asupra formelor de viață. La acestea se adaugă studiul fosilelor, al arealelor actuale, ca expresie a răspândirii lor din punctul de origine. Numai astfel devine posibilă delimitarea și determinarea asemănărilor dintre grupele de plante din zilele noastre, pe baza clarificării planului de construcție al corpului acestora.

În acest mod se ajunge la o întrepătrundere între Sistematică (știință a asemănărilor și a înrudirii) și Filogenie, adică o interpretare istorico-cauzală a încrengăturilor sau speciilor.

Sistematica și Filogenia se sprijină pe o sinteză neîntreruptă a întregilor noastre cunoștințe despre plante, care, totuși, și în momentul de față prezintă multe lacune.

2.6. Grupare și denumire

Cunoștințele astfel căpătate de Sistematica botanică asupra relațiilor naturale de înrudire între membrii unei încrengături, limitele între acestea etc., formează baza pentru gruparea lor după anumite reguli prin Taxonomie.

Pentru grupare se va folosi o schemă abstractă cu categorii ierarhice: gen, specie, subspecie. Grupelor concrete de organisme li se va atribui un anumit rang și prin aceasta ele devin taxoni. Aceștia obțin, după reguli stabilite, nume științifice latinești sau latinizate.

Denumirea speciei se dă pe baza nomenclaturii stabilite de C. Linné (1753) cu două nume: de gen și de specie. Deși, treptat, s-au îmbunătățit principiile după care se grupează organismele, taxonomia trebuie să mai facă eforturi pentru a se ajunge la o stabilizare a numelor științifice de plante. Numele științifice stabilite prezintă cea mai mare importanță în literatura botanică și reprezintă baza înțelegerii internaționale între specialiști.

Linné recunoaștea numai patru categorii taxonomice superioare speciei: gen, ordin, clasă și regn. Familia botanică a fost creată mai târziu de către L. Jussieu (1748-1836) în lucrarea „Familiile naturale ale plantelor" (1789). Pentru prima dată familiile botanice au fost caracterizate, nu prin 1-2 caractere morfologice, ci prin mai multe însușiri ale mai multor organe: structura florii și a părților componente, structura seminței, numărul de cotiledoane etc. Familiile reunesc mai multe genuri.

Astăzi sunt acceptate mai multe categorii sistematice, atât supraspecifice cât și infraspecifice, deoarece numărul de specii cunoscute a crescut treptat. Cu cât o grupare sau un taxon supraspecific cuprinde mai multe specii, cu atât mai mult se simte nevoia de a crea categorii ierarhice intermediare (subfamilii, suprafamilii, supraordine, subordine etc.) pentru a grupa aceste specii pe baza asemănărilor dar și prin adoptarea punctului de vedere evoluționist al înrudirilor dintre ele (P. Bănărăscu, 1973).

Complicarea ierarhiei devine necesară deseori, deoarece se analizează din mai multe puncte de vedere și în detaliu asemănările și deosebirile dintre organisme.

CAPITOLUL 3
TAXONOMIE ŞI NOMENCLATURĂ

În sistemul regnului vegetal (s. l.) obligatoriu se utilizează trepte de rang sau categorii taxonomice, care să facă posibilă înţelegerea între specialişti. Acestea trebuie să concorde cu comunităţile de descendenţă şi să fie determinate prin caractere fixate ereditar, diferenţiate faţă de taxonii alăturaţi, provenite prin divergenţă istorico-evolutivă. Uneori, ierarhia taxonilor poate fi iluzorie, deoarece cumunitatea de descendenţă este numai exterioară sau a provenit prin convergenţă.

Categoriile taxonomice utilizate în prezent se împart în trei grupuri: specia, taxoni infraspecifici şi taxoni supraspecifici.

3.1. Specia

Începând cu Linné, specia a ocupat şi ocupă o poziţie cheie. Ca şi alţi taxoni, specia este o abstracţie, numai individul (specimenul) are o existenţă concretă. La plantele superioare, deosebirea speciilor este, în general, relativ facilă, determinată de caractere morfologice relativ numeroase, care se pot observa şi de plasticitatea lor relativ limitată. La grupele inferioare (procariote, ciuperci şi alge) datorită polimorfismului lor accentuat, caracterele mofologice de separare ale speciilor sunt insuficiente, încât este necesar să se apeleze la caracteristici fiziologice şi biochimice. Polimorfismul este determinat de condiţiile de viaţă, deosebirea între stadiile de dezvoltare succesivă, alternanţa de generaţii, modurile de reproducere etc.

În epoca sistemelor de clasificare sintetice actuale, specia este caracterizată complex, pe bază de criterii fenetice, genetice, ecogeografice şi filogenetice.

Specia grupează cele mai mici comunităţi de descendenţă, care se deosebesc de toate celelalte comunităţi prin caractere ereditare constante şi se separă de acestea prin izolarea reproductivă. O specie este alcătuită din mai multe populaţii locale, rareori una singură.

Numele unei specii este alcătuit din două cuvinte: al genului (scris totdeauna cu literă mare) şi al speciei (de regulă generală scris cu literă mică). Denumirea speciei poate fi un adjectiv (*hirsutum*, *herbaceum*, *alba*, *nigra* etc.) sau semnifică localizarea lor (un munte, o ţară, o localitate etc.) sau arată că numele a fost dat în onoarea unor personalităţi (*theophrasti*, *lerchenfeldiana*, *prodanii*, *borzae*, *buiae* etc.) etc.

3.2. Taxonii infraspecifici

La speciile polimorfe se recomandă diferenţierea de taxoni infraspecifici: subspecii, varietăţi, forme.

Subspeciile (ssp., subsp.) sunt rase geografice sau ecologice: alopatrice, adică biologic-reproductiv şi geografic izolate, dar legate între ele prin populaţii de trecere; simpatrice autogame în cadrul aceluiaşi areal, cu populaţii izolate în timp, adică înfloresc în alte perioade ale anului şi, deci, fără şanse de a se încrucişa liber.

Varietatea (var.). Se foloseşte astăzi foarte rar şi se delimitează în cadrul speciei prin caractere calitative (glandulos - neglandulos etc.). Pentru plantele de cultură, omologul varietăţii este cultivarul (soiul). Varietăţile nu au areale proprii, ci se află în arealul speciei, ca şi formele (f.).

Forma (f.) reprezintă nişte biotipuri frapante în raport cu restul populaţiei (cu flori mai mari, culori diferite etc.), care se delimitaezā, deci, pe baza unor criterii cantitative. De exemplu, formele de înălţime, de munţi înalţi ale unei specii sunt mici şi culcate la pământ, în timp ce formele subalpine au aspectul unor ierburi erecte. La fel se întâmplă şi cu unii arbuşti sau subarbuşti (*Pinus mogo*, *Rhododendron kotschyi*, *Vaccinium myrtillus* ş.a.) din etajul subalpin şi alpin.

În lucrările actuale, varietăţile şi formele nu se mai utilizează ca taxoni infraspecifici.

3.3. Taxoni supraspecifici

Genul, împreună cu specia, reprezintă treptele de rang taxonomic fundamentale încă de pe timpul lui Linné. Genul cuprinde o grupă de specii sau o singură specie, care se reliefează prin discontinuitaţi morfo-funcţionale clare în raport cu toate celelalte specii. În interiorul genurilor se delimitează, uneori, secţii, serii sau agregate (agg.), acestea din urmă grupând specii mici, greu sesizabile. Unele genuri cuprind o sigură specie (*Ginkgo biloba*, *Welwitschia mirabilis* ş.a.), altele însă numeroase specii.

După gen, urmează, în serie crescătoare: familia (fam.), ordinul (ord.), clasa (cl.), încrengătura (phylum), regnul, supraregnul, toate cu terminaţii reglementate internaţional, aşa cum reiese din tabelele 1 şi 2. Toate acestea pot avea taxoni supraordonaţi sau subordonaţi. Hibrizii au x între gen şi specie (ex. *Mentha* x *piperita*) sau înainte (x *Rhaphanobrassica*). Semnul * aşezat înaintea unei specii semnifică faptul că specia respectivă este numai cultivată şi nu creşte şi în stare sălbatică.

În tabelele 1 şi 2 se prezintă treptele de rang taxonomic ierarhic cu terminaţiile reglementate prin codul de nomenclatură botanică (1994) pentru grupele heterotrofe şi respectiv autotrofe.

Tabel 2. Nomenclatura treptelor de rang taxonomic ierarhic cu terminaţiile reglementate prin Codul de nomenclatură botanică (1994) pentru grupele heterotrofe (după Dictionary of the FUNGI, ediţia a 9-a - P.M. Kirk, P.F. Cannon, J.C. David and J.A. Stalpers, 2000)

Treapta de rang taxonomic (lb. română şi latină)	**Terminaţii obişnuite**	**Unităţi taxonomice (exemple, sinonime)**
Supraregn (Supraregnum)	-ota	Eucaryota
Regn (Regnum)	-	Eucarya
Încrengătură (Phylum = Divisio)	-mycota	Eumycota
Subîncrengătură (Subphylum)	-mycotina	Basidiomycotina
Clasa (Classis)	-mycetes	Basidiomycetes
Subclasa (Subclassis)	-mycetidae	Heterobasidiomycetidae
Supraordin (Superordo)	-anae	Tremellanae
Ordin (Ordo)	-ales	Uredinales
Subordin (Subordo)	-ineae	-
Familia (Familia)	-aceae	Pucciniaceae
Subfamilia (Subfamilia)	-oideae	Puccinioideae
Trib (Tribus)	-eae	Puccinieae
Subtrib (Subtribus)	-inae	-
Gen (Genus)	-	Puccinia
Subgen (Subgenus)	-	Puccinia
Specia (Species) sp.	-	Puccinia graminis
Subspecia (subspecies) ssp., subsp.	-	Puccinia graminis subsp. graminis
Varietatea (varietas) var.	-	Puccinia graminis subsp. graminis var. graminis
Forma (form.) f.	-	Puccinia graminis subsp. graminis var. graminis f. spec. avenae
Rasa fiziologică	-	Puccinia graminis var. graminis f. spec. avenae Rasa 1

Tabel 3. Privire de ansamblu asupra treptelor de rang taxonomic cu terminaţiile reglementate prin Codul de nomenclatură botanică (1994) pentru grupele autotrofe (adaptat după Ehrendorfer din Strasburger, 1999)

Treapta de rang taxonomic (lb. română şi latină)	**Terminaţii obişnuite**	**Unităţi taxonomice (exemple)**
Supraregn (Supraregnum)	-ota	Eucaryota
Regn (Regnum)	-	Eucarya
Subregn (Subregnum)	-bionta	Cormobionta
Încrengătura (Phylum = Divisio)	-phyta	Spermatophyta
Subîncrengătura (Subphylum = Subdivisio)	-phytina	Magnoliophytina (= Angiospermae)
Clasa (Classis)	-phyceae (alge eucariote) -opsida (= atae)(embriofite)	Phaeophyceae Rosopsida
Subclasă (Subclassis)	-phycidae -idae	Bangiophycidae Asteridae
Supraordin (Superordo)	-anae -florae	Asteranae (= Synandrae) Ranunculiflorae
Ordin (Ordo)	-ales	Asterales
Familia (Familia)	-aceae	Asteraceae (= Compositae)
Subfamilia	-oideae	Asteroideae
Tribul (Tribus)	-eae	Anthemideae
Genul (Genus)	-	Achillea
Secţia (Sectio)	-	Sectio Achillea
Serie (Series)	-	-
Aggregat (agg.)	-	Achillea millefolium agg.
Specia (Species) sp.	-	Achillea millefolium
Subspecie (Subspecies) subsp., ssp.	-	Achillea millefolium subsp. sudetica
Varietatea (var.)	-	-
Forma (f.)	-	Achillea millefolium subsp. sudetica f. rosea

CAPITOLUL 4
PRIVIRE DE ANSAMBLU ASUPRA SISTEMULUI DE CLASIFICARE AL REGNULUI VEGETAL

> *„Ea que sciamus sunt*
> *pars minima conem que ignoramus"*[*]
> (Linné)

Plantele pot fi definite ca organisme fotoautotrofe. Corespunzător, Botanica este biologia fotoautotrofelor.

În cadrul botanicii se studiază toate organismele autotrofe, însă şi acele grupe de heterotrofe, care au derivat din autotrofe sau care sunt importante pentru înţelegerea filogeniei autotrofelor. Astfel, trebuie înţeleasă tratarea, în cadrul botanicii, a mixomicetelor şi ciupercilor (care prin simbioză cu alge autotrofe formează lichenii) dar şi a procariotelor, care prin endosimbioze succesive au dus la formarea celulei eucariote.

Cercetarea ultrastructurală a celulei, în ultimele decenii ale sec. 20, a dezvăluit la organisme, două planuri diferite de organizare a celulei: protocită (procariotă) şi eucită (eucariotă).

Aceste planuri diferite de construcţie ale celulelor au fost luate, până nu demult, drept criterii de împărţire ale vieţuitoarelor în două regnuri: *PROCARYOTA* şi *EUCARYOTA*.

Noile cercetări, inclusiv informaţiile dobândite prin studii molecular-biologice, cum sunt secvenţele aminoacizilor în enzimo-proteine sau ale nucleotidelor în acizii nucleici, dovedesc o diferenţiere istorico-evolutivă foarte timpurie în istoria Terrei, în trei grupe principale (şi nu două!): *ARCHAEA, BACTERIA* şi *EUCARYA*, considerate cu valoare de regn. În clasificările recente, regnurile *Archaea* şi *Bacteria* sunt încadrate la SUPRAREGNUL *PROCARYOTA*, iar *Eucarya* la SUPRAREGNUL *EUCARYOTA*.

Archaea, deşi sunt încadrate la *Procaryota*, prin mai multe caracteristici ale lor sunt mai apropiate de *Eucaya* decât de *Bacteria* (A. Bresinsky, in Strasburger, 1999).

În sistemul de clasificare, din tratatul mai sus amintit, după tratarea procariotelor sunt prezentate eucariotele. Alături de autotrofe (plante) în această carte-eveniment ş-au găsit locul mixomicetele şi ciupercile, fără plastide fotosintetizate şi, deci, cu nutriţie heterotrofă. Cel puţin trei criterii au determinat pe autorii tratatului, dar şi pe alţii, să plaseze continuu, până în zilele noastre, în cărţile de Botanică, aceste grupe cu nutriţie heterotrofă, şi anume: pereţii celulari rigizi, fixarea de substrat şi absorbţia hranei din soluţie prin procese de osmotrofie (ca şi plantele).

În interiorul regnurilor şi subordonate acestora sunt tratate încrengăturile (termen utilizat de autori în locul celui de phylum). Acestea trebuie să fie monofiletice, adică comunităţi de descendenţă, derivate dintr-o grupă de strămoşi comuni.

Deoarece relaţiile de înrudire dintre încrengături deseori sunt neclarificate, s-a optat în ordinea de tratare a acestora, la criteriul fiziologic al nutriţiei: heterotrofă şi autotrofă.

Se consideră, în mod corect, că heterotrofia este caracter plesiomorf (iniţial), iar autotrofia caracter apomorf (derivat). De aceea, în tratatul mai sus amintit, se începe studiul supraregnului, respectiv regnul *Eucarya*, cu grupele heterotrofe.

Pentru cuprinderea încrengăturilor şi o parte a taxonilor din interiorul acestora, autorii tratatului au introdus sintagma „tip de organizare". În cadrul unui „tip de organizare" sunt încadrate grupe cu nivel de organizare morfo-anatomică comparabilă, dar nu în mod necesar şi cu descendenţă comună. Se mai utilizează şi sintagma „treaptă de dezvoltare", considerată ca o expresie a adaptărilor realizate, independent, de mai multe grupe, la aceleaşi condiţii de mediu. Deseori „tipurile de organizare" corespund cu „treptele de dezvoltare", deoarece caracterele morfo-anatomice concordante reprezintă expresia adaptărilor realizate independent, la anumite condiţii asemănătoare de existenţă.

În cazul unicelularelor, numite protiste eucariote, diferenţierea dintre plantă şi animal devine greu de stabilit la unele flagelate (ca de exemplu *Euglena*). În cadrul aceluiaşi gen, deci la specii aparent înrudite, există forme cu plastide fotosintetizante dar şi forme apoplastidice (fără cloroplaste). Acestea, pe baza nutriţiei, considerat criteriu principal de clivare între plantă şi animal, se pot, deci, încadra la fitoflagelate şi respectiv zooflagelate. De aceea, euglenofitele pot fi considerate ancestrale atât pentru regnul vegetal cât şi pentru cel animal.

---

[*] „Cele ce ştim sunt o parte minimă din cele ce nu ştim"

În cadrul grupului cu nutriție heterotrofă (tab. 3) sunt tratate două tipuri de organizare: Mixomicete și Ciuperci, separate între ele pe criterii atât ale aparatului vegetativ cât și reproducător.

Imediat după ciuperci se studiază tipul de organizare *Lichenes*, organisme autotrofe simbionte, datorită mutualismului: algă autotrofă-ciupercă heterotrofă.

După *Lichenes*, sunt prezentate tipurile de organizare cu nutriție autotrofă: Alge eucariote și Embriofite.

Algele eucariote cuprind mai multe încrengături. Între acestea, algele brune sunt considerate ca o clasă: *Phaeophyceae*, în cadrul încrengăturii *Heterocontophyta* (*Chrysophyta*), datorită flagelilor inegali de la zoospori și gameți și nu drept încrengătură independentă, cum o consideră alți autori.

Ultimele sunt tratate, în cadrul acestui tip de organizare, algele verzi (*Chlorophyta*), care sunt considerate, datorită mai multor caractere ale aparatului vegetativ și reproducător și mai ales prezenței clorofilelor *a* și *b*, ca grupă de origine pentru plantele terestre (Embriofite). Pe de o parte, din unele grupe de clorofite (la care ciclul de viață este dominat de G_n) au derivat briofitele, un grup evolutiv închis, fără potențialități evolutive. Pe de altă parte, din alte clorofite străvechi, la care ciclul de viață era dominat de sporofitul diploid, au derivat primele pteridofite și anume *Psilophyta*, din care apoi, polifiletic, s-au desprins toate celelalte grupe de pteridofite. Primele pteridofite au avut potențialități evolutive spre gimnosperme și de la acestea spre angiosperme.

Plantele terestre sunt grupate în tipul de organizare Embriofite, cu încrengăturile: *Bryophyta*, *Pteridophyta* și *Spermatophyta*.

Tabel 4. Privire de ansamblu asupra supraregnurilor, regnurilor și încrengăturilor și a tipurilor de organizare (după A. Bresinsky și F. Ehrendorfer în E. Strasburger, 1999)

Taxoni	**Nutriția**	**Tip de organizare**
A. Supraregnum PROCARYOTA		**PROCARIOTE**
I. Regnum ARCHAEA (Archebacterii) 1. Încreng. Crenarchaeota 2. Încreng. Euryarchaeota	Heterotrofe, în parte fototrofe	
II. Regnum BACTERIA (Eubacterii) 1. Încreng. Posibacteriota (bacterii gram-pozitive) 2. Încreng. Negibacteriota (bacterii gram-negative)	Heterotrofe dar și autotrofe prin fotosinteză și chemosinteză	Bacterii
3. Încreng. Cyanophyta (= Cyanobacteriota) 4. Încreng. Prochlorophyta (= Prochlorobacteriota)	Fotoautotrofe	Alge procariote
B. Supraregnum EUCARYOTA		**EUCARIOTE**
III. Regnum EUCARYA 1. Încreng. Acrasiomycota 2. Încreng. Myxomycota 3. Încreng. Plasmodiophoromycota	Heterotrofă	Mixomicete
4. Încreng. Oomycota	Heterotrofe	Ciuperci cu celuloză; Ciuperci alge s. str.
5. Încreng. Eumycota	Heterotrofe; în simbioză cu alge autotrofe formează licheni autotrofi	Ciuperci cu chitină și lichenii
		Alge eucariote
6. Încreng. Glaucophyta* 7. Încreng. EuglenophytaΔ 8. Încreng. Cryptophyta ○ 9. Încreng. Chlorarachniophyta ○ 10. Încreng. Dinophyta Δ (○) 11. Încreng. Haptophyta Δ 12. Încreng. Heterokontophyta Δ	Fototrofe în parte secundar heterotrofe	* cu plastide simple Δ cu plastide complexe fără nucleomorf ○ cu plastide complexe cu nucleomorf
13. Încreng. Rodophyta * 14. Încreng. Chlorophyta *	Fotoautotrofe	
15. Încreng. Bryophyta * 16. Încreng. Pteridophyta * 17. Încreng. Spermatophyta *	Fotoautotrofe, în parte secundar simbiotrofe sau mixotrofe	Embriofite - Plante terestre (de uscat)

În cadrul *Spermatophyta*- elor sunt două trepte de dezvoltare:

1. *Gymnospermae* – cu două subîncrengături: *Coniferophytina* şi *Cycadophytina*.
2. *Angiospermae* – tratate ca subîncreng. *Magnoliophytina*.

Angiospermele, ca grupa cea mai variată şi mai eterogenă, sunt divizate, pentru prima dată, în trei clase, în locul celor două clase tradiţionale (păstrate încă de la J. Ray, sec. 17).

Cele trei clase sunt:

1. ***Magnoliopsida*** s. str. (*Dicotyledonatae* p.p.)
    - Dicotiledonate inferioare
2. ***Rosopsida*** (*Dicotyledonatae* p.p. = Eudicots)
    - Dicotiledonatele propriu-zise
3. ***Liliopsida*** (= *Monocotyledoneae* = Monocots)
    - Monocotiledonatele

CAPITOLUL 5

SUPRAREGNUM *PROCARYOTA*

Acest supraregn încadrează un grup vast şi eterogen de organisme variate ca morfologie, activitate biologică şi poziţie sistematică. Pe lângă dimensiunile microscopice (care le fac invizibile cu ochiul liber) şi organizarea unicelulară, acestea prezintă şi o structură internă relativ simplă.

În celulă se află un nucleu primitiv numit nucleoid, neechivalent cu nucleul veritabil al eucariotelor. Nu prezintă o membrană proprie care să-l delimiteze de citoplasma înconjurătoare. Lipsesc organitele celulare: plastidele, mitocondriile, RE, aparatul Golgi ş.a., iar citosolul se află într-o stare permanentă de gel, ceea ce face imposibilă existenţa curenţilor citoplasmici. Materialul nuclear este alcătuit dintr-o singură macromoleculă circulară de ADN, necomplexată cu histone şi cu replicare continuă. În plus, faţă de cromozomul circular (genofor), la multe specii de bacterii se află un material genetic suplimentar sub formă de plasmide, alcătuite din fragmente de ADN.

Peretele celulei procariote constă din substanţe heteropolimere, neevidenţiate la nici o vieţuitoare eucariotă. Acesta este alcătuit dintr-o moleculă uriaşă, în forma unei reţele, conţinând poliglucide înlănţuite prin valenţe principale cu polimerul murein, legate încrucişat prin peptide scurte, şi nu o structură fibrilară dispusă într-o masă amorfă, ca în peretele pectocelulozic al plantelor eucariote, dezvoltate (alge verzi, plante terestre).

Înmulţirea celulei se realizează prin fisiune binară (bipartiţie), prin apariţia unui perete perpendicular pe axa longitudinală a celulei. Formarea peretelui despărţitor este centripetală şi nu centrifugală, ca la celula eucariotă. La unele bacterii au fost evidenţiate şi procese de parasexualitate. Lipsesc mitozele şi meiozele.

În raport cu oxigenul din aer, procariotele au manifestări diferite: de la intoleranţa absolută (anaerobe), facultativ aerobe până la necesitatea sa absolută pentru viaţa lor (strict aerobe).

Un alt aspect deosebit al fiziologiei procariotelor este capacitatea de a fixa azotul molecular atmosferic, proprietate nemaiîntâlnită la nici o grupă de eucariote.

Sistematica

Supraregnum *PROCARYOTA* cuprinde două tipuri de organizare: BACTERII (organisme preponderent heterotrofe) şi ALGE PROCARIOTE (Cianobacterii) – organisme autotrofe.

Supraregnum *PROCARYOTA*

Tip de organizare BACTERII

A. Regnum *ARCHAEA* (Arhebacterii)
   1. Încreng. *Crenarchaeota*
   2. Încreng. *Euryarchaeota*

B. Regnum *BACTERIA* (Eubacterii)
   3. Încreng. *Posibacteriota* (Eubacterii gram-positive)
   4. Încreng. *Negibacteriota* (Eubacterii gram-negative)

Tip de organizare: ALGE PROCARIOTE
   5. Încreng. *Cyanophyta*[*] (*Cyanobacteriota*) – Alge albastre-verzui
   6. Încreng. *Prochlorophyta*[*] (*Prochlorobacteriota*)

Deşi sunt încadrate împreună la *Procaryotae*, *Archaea* se deosebesc fundamental de Bacterii, fiind mai apropiate de *Eucaryota*.

---

[*] Terminaţia -phyta se adaugă la toate grupele cu nutriţie fototrofă, deci plante, dar şi la algele albastre-verzui care sunt tot fototrofe.

5.1. Tip de organizare: BACTERII

Bacteriile sunt procariote unicelulare microscopice (unele mai mici decât virusurile mari), dar indiferent de mărime, ele sunt capabile de a trăi şi a se reproduce ca entităţi independente. Majoritatea au 0,6-1 μ în diametru şi până la 5 μ în lungime şi sunt puţin diferenţiate morfologic.

Diferitele forme ale celulelor bacteriene se pot deriva de la următoarele tipuri de bază:
- sferică, ovoidală sau elipsoidală numită coc;
- cilindru drept – bacil;
- cilindru încovoiat – vibrion;
- cilindru răsucit până la forma de şurub – spiril;
- inel deschis – toroizi.

Deseori, celulele rezultate în urma fisiunii binare a acestor forme fundamentale rămân împreună într-o masă gelatinoasă şi formează cenobii. De exemplu, de la coci se pot obţine diplococi (câte 2), tetracoci (câte 4), cuburi (sarcina), ciorchine (stafilococi), şiraguri (streptococi) etc. De asemenea, se obţin cenobii prin diviziunea bacililor, mai rar a spirilor (fig. 1).

Forme vegetative sau de reproducere asemănătoare unor eucariote sunt cele de colonii, filamente simple sau ramificate, micelii, corpuri fructe (cistofori) etc.

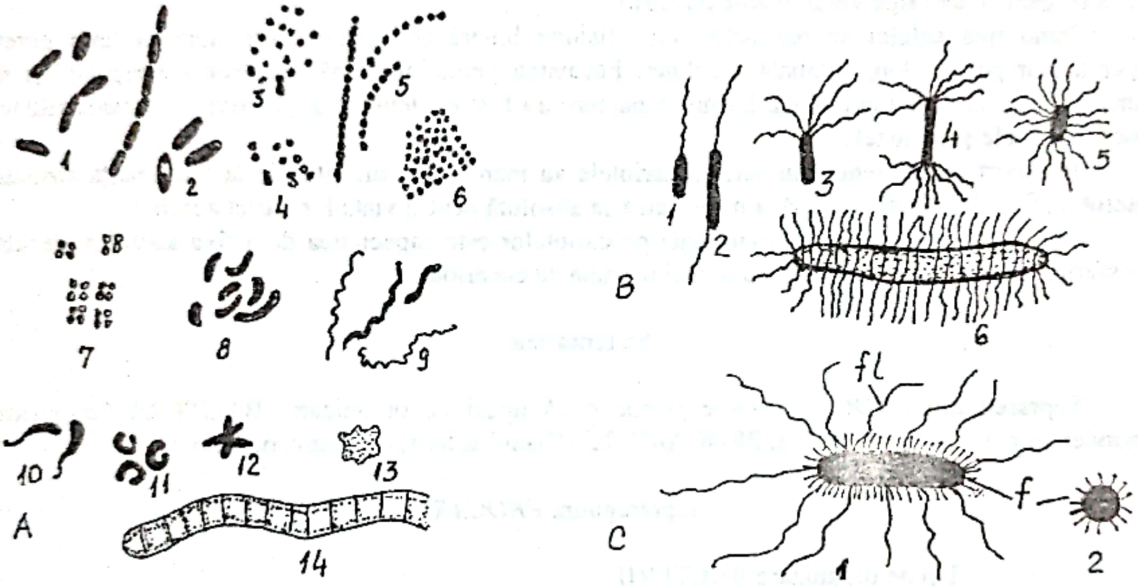


Fig. 1. A: Morfologia bacteriilor: 1 - bacterii sub formă de bastonaşe (bacili); 2 – bastonaşe scurte sub formă de fus; 3 – bacterii sub formă de coci; 4 – diplococi; 5 – streptococi; 6 – stafilococi; 7 – sarcina; 8 – vibrioni; 9 – spirili; 10 – bacterii pedicelate (*Caulobacterium*); 11 – toroizi; 12 – bacterii în formă de stea; 13 – bacterii cu 6 unghiuri; 14 – bacterie „pluricelulară" (*Beggiatoa*). B: Tipuri de celule bacteriene după aşezarea flagelilor: 1 – monotrich monopolar; 2 – monotrich bipolar; 3 – lofotrich (politrich monopolar); 4 – amfitrich (politrich bipolar); 5 – peritrich; 6 – bacterie „pluricelulară" peritrichă (*Caryophanon*); C: fimbriile (f) şi flagelii (fl) la un bacil şi un coc (după Velikanov, din Gorlenko)

1.1. Morfologia şi fiziologia bacteriilor
Structura celulei bacteriene

Peretele celular (fig. 2-1)

Are aproximativ 20 nm grosime şi nu prezintă structură fibrilară ca peretele pectocelulozic al plantelor mai dezvoltate. Rezistenţa mecanică a acestuia este dată de un înveliş numit sacculus. Acesta este alcătuit din polimerul murein, alcătuit din subunităţi de N- acetilmuramin şi N- acetilalucosamin. Aceste subunităţi sunt legate în succesiune alternantă cu ramuri de poliglucan. Prin înlănţuirea acestor ramuri cu peptide scurte se formează o moleculă reticulară încrucişată, numită „murein sacculus". Peptidoglicanul este parte componentă a învelişului celulei tuturor procariotelor cu excepţia arhebacteriilor. Sunt circa 100 tipuri de peptidoglican.

La unele bacterii, la exteriorul peretelui celular, proteinele şi glicoproteidele (separate sau amândouă) formează o capsulă lipicioasă, strâns ataşată de acesta, numită zoogleee. La alte specii, moleculele de glicoproteine sau proteine sunt slab ataşate peretelui şi alcătuiesc un strat sedimentar.

Numai celulele de *Acetobacter xylinum* (Drojdia de oțet) și *Sarcina ventriculi* sunt cimentate între ele prin celuloză sub forma unei pojghițe subțiri.

Cu ajutorul capsulei lipicioase sau a stratului sedimentar, o bacterie poate să adere la o varietate de substraturi, cum ar fi: roci, dinți, părți din corpul plantelor sau animalelor.

Citoplasma

Sub peretele de peptidoglican se află membrana plasmatică de natură lipoproteică, cu structură caracteristică. Membrana plasmatică (= plasmalema) (fig. 2-2) este singurul element structural limitant al celulei procariote, spre deosebire de celula eucariotă, care prezintă un sistem intern de citomembrane (endomembrane) care delimitează organitele celulare precum și membrana nucleară. Plasmalema este o barieră impenetrabilă pentru compușii macromoleculari. Prin aceasta pot străbate numai monomeri, rezultați din descompunerea substanțelor organice macromoleculare (glucide, lipide, proteine) de către exoenzimele eliberate din celula bacteriană. Interiorul celulei este ocupat de citoplasmă. Aceasta se află într-o stare permanentă de gel, din care cauză lipsesc curenții citoplasmatici. Starea de gel reprezintă condiția nemiscibilității nucleoidului cu citoplasma, în situația celulei procariote, necompartimentată printr-un sistem de citomembrane.

Organitele celulare sunt cvasiabsente. Se află doar numeroși ribozomi (fig. 2-8) distribuiți în citoplasmă sau atașați părții citoplasmatice a plasmalemei. În acest mod ei realizează eficient și rapid sinteza proteică.

Ribozomii au dimensiuni între 16-18 nm și constau din circa 60% ARN și 40% proteină. Într-o celulă se află între 5.000-50.000 ribozomi de tip primitiv $_{70}$S, spre deosebire de celula eucariotă, în care se află ribozomi evoluați de tip $_{80}$S (numai în cloroplaste și mitocondrii sunt de tip $_{70}$S, atestând astfel originea acestor organite). În afară de ribozomi, se mai află mezozomi, care rezultă din invaginarea plasmalemei. Plasmalema are o grosime fixă și suprafață limitată de peretele celular semirigid. Singura posibilitate a acesteia de a-și mări suprafața, în raport cu celula, este invaginarea și plierea acesteia sub formă de mezozomi. Mezozomii au fost descriși sub forma unor corpuri tubulare de care se leagă nucleoidul.

Exocitoza și endocitoza, în opoziție cu celula eucariotă, sunt absente, datorită rigidității peretelui celular.

La bacteriile fototrofe veziculele în formă de tub, active din punct de vedere fotosintetic, au fost denumite tilacoide, prin analogie cu structurile corespunzătoare din cloroplastele plantelor verzi terestre și ale algelor. Membranele tilacoidelor sunt purtătoare ale pigmenților fotosintetici: bacterioclorofilele (*a-d*) și carotenoizii, precum și ale sistemelor de transport ale electronilor și de fosforilare. Tilacoidele purtătoare de pigmenți fotosintetizanți se află în citoplasma parietală. Lipsesc, deci, plastidele autentice și se află numai tilacoide separate.

În lipsa mitocondriilor, cu rol esențial în procesele energetice ale celulei, enzimele implicate în aceste procese se află în membrana plasmatică.

Materialul genetic

Este reprezentat prin nucleoid (unul sau rareori 2-4) și plasmide.

Nucleoidul (fig. 2-6) se află localizat în plasma centrală (centroplasmă sau nucleoplasmă). El este alcătuit dintr-un cromozom bacterian de formă circulară și cu structură simplă, adică numai o macromoleculă de ADN bicatenară necomplexată cu histone. Cromozomul bacterian (= genofor), datorită greutății moleculare foarte mari, reprezintă cea mai mare moleculă descrisă într-un sistem biologic. Datorită împachetării lui într-un corp cromatinic compact numit nucleoid (= nucleosom), printr-un sistem de superelice, este de 1.500 ori mai mic decât lungimea lui desfășurată. El ne apare, astfel, ca o jurubiță (papiotă).

Rezultatele cele mai spectaculoase în cercetările de genetică moleculară s-au obținut prin studiul bacteriilor: *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* ș.a., la care s-au alcătuit și hărțile genetice.

În afară de genofor, se mai află și un material genetic suplimentar numit plasmide (episomi) separate de acesta și alcătuite din fragmente de ADN. Ele pot fi pierdute sau câștigate de celula bacteriană fără a-i afecta existența.

Conținutul de substanțe al celulei

Acestea sunt, de regulă generală, substanțe de rezervă poliglucidice, de tipul glicogenului. La unele bacterii, cum ar fi *Mycobacterium* și *Actinomyces*, în celule se depun și granule lipofile: grăsimi naturale și ceruri. Uneori se află și granule de polifosfat numite volutin. În unele celule bacteriene se află și vacuole cu gaz, care asigură viața natantă și preîntâmpină sedentarismul celulelor.

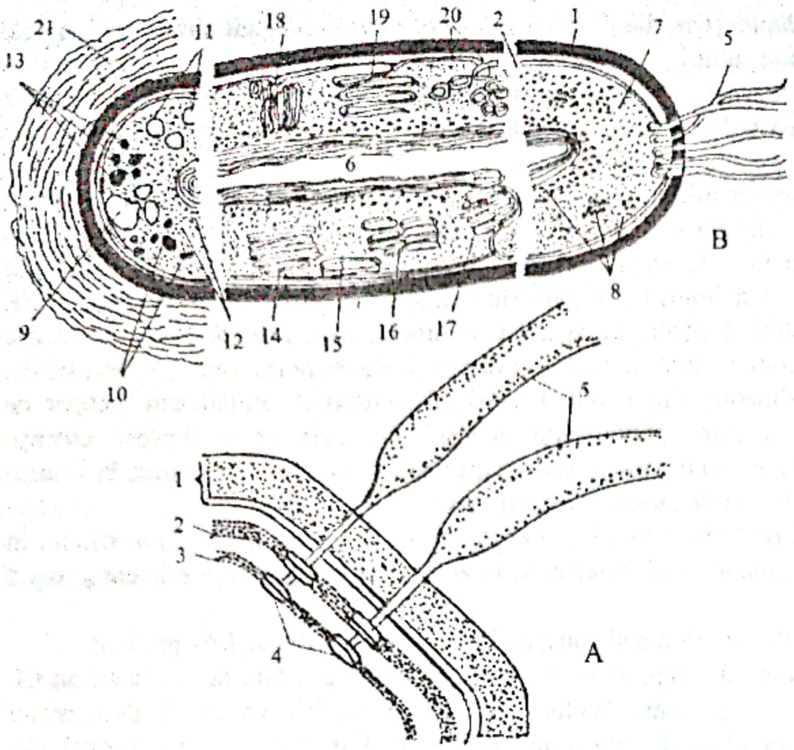


Fig. 2. Structura celulei bacteriene: A – schema fixării flagelilor: 1 – perete celular; 2 – membrana citoplasmatică; 3 – membrana flagelilor; 4 – cuplurile de discuri pentru fixarea flagelilor; 5 – flageli; B – schema structurii celulei: 5 – flageli; 6 – nucleoidul: 7 – citoplasma; 8 – ribozomi; 9 – granule de acid oxibutiric; 10 – picături de grăsimi; 11 – incluziuni de sulf (la unele bacterii); 12 – grăuncioare de poliglucide; 13 – grăuncioare de polifosfați; 14 – lamele; 15 – invaginări ale membranei citoplasmatice; 16 – vacuole gazoase (nu la toate bacteriile); 17– mezozomi; 18 – tilacoizi tubulari; 19 – tilacoizi plați; 20 – „cromatofori"; 21 – capsulă mucozitară (nu la toate bacteriile) (după Velikanov, din Gorlenko)

Motilitatea bacteriilor

Majoritatea bacteriilor sunt deplasate pasiv de către curenții de apă sau de aer. Există și bacterii care se deplasează activ, datorită prezenței flagelilor, ancorați de membrana plasmatică (plasmalema). Flagelii pot apărea numai în anumite stadii de dezvoltare ale multor bacterii. Celula bacteriană este capabilă de mișcări active de înot, reversibile în direcția lor.

Flagelii bacteriilor au structură electronomicroscopică simplă, neomoloagă cu a flagelilor eucariotelor. Ei prezintă un singur fir de proteină contractilă numită flagelină, asemănătoare cu miozina din celulele musculare ale animalelor. Morfologia flagelilor este elicoidală (ca un șurub).

Dispoziția flagelilor poate fi monotrichă (flagel singular la un capăt al celulei); lofotrichă (flageli în mănunchiuri); peritrichă (de jur împrejurul celulei) (fig. 1-B).

La *Proteus vulgaris*, în condiții de nutriție necorespunzătoare, apar doi flageli subpolari în locul celor inițiali împrăștiați pe toată suprafața (peritrich).

Viteza de deplasare cu ajutorul flagelilor este destul de mare. La *Bacillus megatherium* ajunge până la 200 μ/secundă, adică aproximativ de 50 ori lungimea proprie a celulei. Deplasarea se face prin mișcări helicoidale, de obicei în mediile fluide, rareori pe suprafețe netede.

Factorul declanșator al mișcării poate fi chimiotactismul, magnetotactismul etc.

Mișcările de alunecare se întâlnesc la bacteriile fără flageli, asemănătoare cianobacteriilor, dar heterotrofe, care aparțin la ord. *Myxobacteriales, Cytophagales* ș.a.

În afară de flageli, la unele bacterii se găsesc, pe peretele celular, numeroase fire subțiri numite pili sau fimbrii. Acestea ajută celulele bacteriene să se atașeze una de alta în timpul proceselor de parasexualitate, să adere la un anumit substrat, ca de exemplu tractusul genital sau urinar și astfel să reziste fluxului de lichide care curg prin acestea.

Comportamentul bacteriilor

Bacteriile au în mediul înconjurător un comportament foarte sofisticat, care le permite să simtă și să răspundă în mod adecvat la stimuli externi: lumină, concentrații ale unor substanțe (oxigen, compuși toxici etc.). Acestea detectează un anumit stimul, datorită unor receptori situați la nivelul membranei plasmatice. În condiții nefavorabile de viață, se rostogolesc de nenumărate ori până găsesc drumul către condiții optime de existență.

De exemplu, bacteriile fototrofe percep intensitatea luminii și se deplasează către aceasta sau se depărtează de ea dacă este prea puternică pentru ele. Bacteriile heterotrofe percep concentrații mai mari sau mai mici de nutrienți și se deplasează corespunzător către acestea. Cele mai multe bacterii pot percepe prezența oxigenului și pot să se deplaseze către acesta (cele aerobe) sau să se depărteze (cele anaerobe) etc.

Fiziologia bacteriilor

Din punct de vedere al nutriției, care este extrem de diversă, după sursele de energie, donorul de electroni și sursa de carbon, bacteriile pot fi: autotrofe și heterotrofe.

Bacteriile autotrofe pot fi: chemosintetizante, când obțin energia necesară propriilor sinteze prin descompunerea substratului și fotosintetizante, când utilizează energia luminoasă.

Ca donor de electroni pot utiliza substanțe organice (organotrofie) sau anorganice (litotrofie) ca NH_3, H_2S sau Fe^{2+}.

Ca sursă de carbon folosesc preponderent legături organice (heterotrofie) și mai rar CO_2 (autotrofie).

Bacteriile heterotrofe pot fi: saprotrofe, parazite și parazite-patogene, comensale (cele care trăiesc în tubul digestiv al animalelor și omului) dar și simbiotice.

În raport cu oxigenul din aer pot fi: strict anaerobe (mor în prezența acestuia); facultativ anaerobe (pot exista și în lipsa oxigenului); microaerofile (pot suporta numai cantități scăzute de oxigen); aerobe (trăiesc numai în prezența oxigenului).

Între bacterii sunt și specii fixatoare de azot molecular (simbiotice sau libere în sol), însă mai puține decât cianobacteriile, care au mare importanță în funcționarea ecosistemelor.

Înmulțirea și reproducerea

Înmulțirea celulei bacteriene se face prin fisiune binară (= bipartiție). Un perete despărțitor transversal, cu formare centripetă, perpendicular pe axa longitudinală a celulei, o divide pe aceasta în două celule fiice. De la acest tip de înmulțire a derivat denumirea mai veche a acestora – *Schizophyta*. Celulele rezultate se pot desface sau rămân slab legate între ele, formând astfel lanțuri lungi, ca la *Streptoccocus*. Capacitatea de înmulțire a celulei este rapidă, circa 20 minute în condiții optime de viață, în timp ce ciclul mitotic la eucariote durează între 18-20 (24) ore. După unele calcule teoretice s-a stabilit că vibrionul holerei ar putea da naștere, prin această multiplicare rapidă, într-un timp relativ scurt (2 zile), la o cantitate de indivizi care ar putea acoperi, cu un strat continuu, întreaga suprafață a uscatului. În realitate, acest lucru nu se întâmplă datorită unor factori limitativi, cum ar fi împuținarea hranei și competiția pentru aceasta, radiațiile solare nocive, reacția mediului etc.

Pentru supraviețuire în condiții nefavorabile, unele bacterii heterotrofe formează celule de durată numite spori. Sporii pot fi: endospori și exospori.

Endosporii reprezintă celule în stare de viață latentă, care se formează printr-un proces special de diviziune, prin care, în interiorul unei celule, se formează o celulă fiică. Celula interioară devine endospor, iar celula exterioară, în cele din urmă, se dezintegrează. În celula endospor au loc transformări, cum ar fi descompunerea proteinelor urmată de apariția unui perete gros la exteriorul sporului.

Endosporii rezistă la temperaturi înalte (pot rezista nevătămați la fierbere ore întregi). Spre deosebire de endospori, celulele vegetative ale acestor formatori de spori pier deja prin pasteurizare.

Exosporii se formează în alt mod. Celula mamă se divide în două celule fiice inegal de mari. Celula mai mică, destinată a fi spor, se înconjoară cu un perete gros, care constituie până la 50% din volumul și greutatea uscată a ei. Conținutul sporului se îmbogățește în acidul dipicolin, care sporește refracția luminii și termorezistența.

Din resturi de sol uscat (ca de exemplu, pământ de pe rădăcinile plantelor de herbar) au putut fi aduși la starea de germinare spori după 320 de ani. În aceste probe uscate, circa 90% dintre spori pier într-o perioadă de 50 ani, dar se menține o parte dintre ei, care pot fi readuși la viață (A. Bresinsky in Strasburger, 1999).

Reproducerea

La bacterii au fost puse în evidență fenomene de parasexualitate, adică o transmitere parțială a materialului genetic de la o celulă donatoare la una receptoare, dar fără procese de fertilizare și meioză, caracteristice reproducerii sexuate. Această transmitere se realizează direct prin conjugare, sex-ducție, transducție, transformare etc.

La bacterii lipsește fertilizarea, mitoza și meioza și, deci, schimbarea de fază a nucleului. Celulele sunt totdeauna haploide și, deci, alternanța de generații lipsește.

1.2. Sistematica bacteriilor

În sistemele tradiționale de clasificare, bacteriile au fost caracterizate mai ales pe baza formei generale a celulelor, structura pereților celulari, comportamentul față de condițiile de mediu (mai ales pH- ul şi temperatura). Pe lângă aceste caracteristici, treptat au fost adăugate criterii biochimice şi fiziologice.

Legată de structura şi compoziţia peretelui celular este şi coloraţia Gram (după numele lui Hans Christian Gram). Aceasta se referă la diferenţele în care diferite tipuri de bacterii reţin gram-colorantul sub forma unei pete purpurii.

În sistematica bacteriilor, un rol important li se dă în ultimul timp secvenţelor bazelor azotate din structura acizilor nucleici şi a aminoacizilor din proteine. Se porneşte de la premisa că organismele sunt mai mult înrudite cu cât mai mult se aseamănă secvenţele bazelor azotate şi respectiv ale aminoacizilor în macromoleculele analoage. Pe baza acestor criterii s-a ajuns la concluzia că diferenţierea istorico-evolutivă a celor trei grupe principale cu valoare de regn: *Archaea*, *Bacteria* (*Procaryota*) şi *Eucarya* s-a produs foarte timpuriu.

I. Regnum *ARCHAEA* (Arhebacteriile)

Arhebacteriile au fost descoperite relativ recent şi sunt în număr de circa 80 specii.

Caracterul structural de individualizare al lor îl reprezintă lipsa peretelui celular de peptidoglican. La exterior, celula prezintă învelişuri de proteină şi polizaharide (pseudomurein). Sunt rezistente la penicilină şi alte antibiotice.

Analize comparative de secvenţe $_{16}$S ARN$_r$ (de la procariote) şi $_{18}$S ARN$_r$ (de la eucariote) arată că nu există raporturi de descendenţă a eubacteriilor din archebacterii, ci, cele două grupe au apărut independent în dezvoltarea istorico-evolutivă. Studiile de secvenţiere a ARN şi ADN arată că diferitele tipuri de archebacterii sunt strâns înrudite între ele, dar deosebite de eubacterii.

Forme convergente de coci, bacili, sarcină, spirili şi filamente se întâlnesc însă şi la arhebacterii şi eubacterii. Există, de asemenea, apărute convergent, la ambele grupe, forme anaerobe şi aerobe, forme heterotrofe (dependente de sulf) dar şi specii fototrofe.

Arhebacteriile au apărut cu circa 3,8 miliarde de ani în urmă, înainte de îmbogăţirea atmosferei Terrei în oxigen. Abia după aceea au apărut eubacteriile şi cianobacteriile, pe o linie evolutivă independentă de arhebacterii. Tipurile de adaptare ecologico-fiziologică vechi s-au menţinut şi astăzi la arhebacterii, dar numai în biotopuri potrivite: ape extrem de sărate, zăcăminte de petrol, fundul oceanelor şi mărilor, lave fierbinţi şi acide, nămolul în curs de putrezire, primul stomac al rumegătoarelor etc. Arhebacteriile sunt adevărate fosile vii, vestigii ale fazei anaerobe de evoluţie a vieţii.

1. Încrengătura *CRENARCHAEOTA*

Speciile din *Crenarchaeota* sunt extrem termoacidofile, întâlnite în izvoare fierbinţi, soluri puternic acide, pe fundul mărilor şi oceanelor, în zone vulcanice. Optimul lor de creştere este la pH = 1-2 şi un optim de temperatură de 59 ^{0}C (dar pot supravieţui şi la 100 ^{0}C). Apa cu o astfel de temperatură rămâne fluidă numai sub presiune, care se realizează pe fundul mărilor (inclusiv în M. Neagră), în găuri hidrotermale din mări şi oceane încălzite vulcanic.

Celulele lor se înmulţesc prin înmugurire şi sunt foarte variabile, de la cele de coci până la forme mobile cu mănunchiuri de flageli.

Celulele de la ***Pyrodictium occultum*** (ord. *Sulfolobales*) sunt în formă de disc până la farfurie, cu diametrul de 0,3-2,5 µ. Se află pe fundul mărilor cu apa încălzită prin activitate vulcanică. Este extrem anaerob şi reduce sulful la H_2S.

Thermoplasma acidophyllum are doar un singur habitat cunoscut: haldele de cărbuni semicarbonizate de origine recentă (de doar câteva sute de ani).

Sulfolobus acidocaldarius este aerob, extrem de acidotermofil şi facultativ autotrof.

2. Încrengătura *EURYARCHAEOTA*

Acestea se deosebesc molecular filogenetic de speciile încrengăturii anterioare prin secvenţele rARN. Speciile acestei grupe colonizează biotopuri foarte diferite şi se grupează în : metanobacterii şi halofile extreme.

a. Metanobacteriile (metanogenele) se dezvoltă în mlaştini, sedimente marine şi apă proaspătă, dar şi în intestinul unor animale ca elefanţi, vaci şi alte rumegătoare. Ele sunt strict anaerobe şi producătoare de metan (CH_4), prin convertirea bioxidului de carbon şi a hidrogenului. Au morfologie variată şi sunt capabile de mod de viaţă autotrof, folosind, ca unice surse de carbon şi energie, CO_2 şi H_2.

Metanogenele joacă un rol important în circuitul global al carbonului în natură. Ele produc aproape două miliarde de tone de gaz metan în fiecare an şi astfel influenţează în mod negativ, mărind concentraţia bioxidului de carbon din atmosferă (efectul de seră). Când metanul reacţionează cu oxigenul se formează bioxidul de carbon.

Methanobacterium are morfologie variabilă, de la cocoid la bastonaşe subţiri. Toate speciile sunt gram-pozitive şi posedă sacculus de pseudomurein.

Menhauospirillum se prezintă ca bastonaşe lungi răsucite şi sunt gram-negative.

Methanosarcina prezintă celule neobişnuit de mari, grupate în pachete într-o teacă de heteropolizaharide.

b. Halofile extreme sunt speciile care necesită sau tolerează concentraţii ridicate de sare în mediul lor de viaţă. Optimul lor de temperatură este de 40-45 ^{0}C, iar la $pH < 5,5$ nu supravieţuiesc. Datorită conţinutului ridicat de carotenoizi, ele colorează apa sărată în roz, roşu sau roşu portocaliu.

Halobacterium se dezvoltă luxuriant în lacurile sărate, iazuri şi mări cu apă sălcie. Speciile acestui gen pot duce la stricarea peştelui sărat, deteriorează pieile sărate de animale şi pot contamina „sarea de mare" (obţinută prin evaporarea apei de mare). Majoritatea bacteriilor halofile sunt heterotrofe, dar unele dintre ele pot folosi lumina solară pentru fotosinteză.

Prin deosebirile faţă de eubacterii şi asemănările cu eucariotele este scoasă şi mai mult în evidenţă poziţia lor sistematică, mai puţin clară în cadrul procariotelor.

II. Regnum *BACTERIA* (Eubacterii)

Caracterul pregnant de diferenţiere al lor faţă de arhebacterii îl reprezintă peretele de peptidoglican. De asemenea, se continuă diferenţierea lor morfologică. Pe lângă coci, bacili, vibrioni şi spirili unicelulari, pachete şi îngrămădiri pluricelulare, apar la eubacterii şi filamente ramificate etc.

Formele mobile prin flageli sunt nu numai monotriche, ci şi lofotriche, peritriche şi bipolare.

În evoluţia eubacteriilor a activat selecţia de tip r, care a dus la miniaturizare şi eliminarea însuşirilor redundante. Speciile redundante sunt cele care intră în competiţie pentru una şi aceeaşi nişă ecologică sau pentru o nişă ecologică învecinată. Bacteriile, care s-au adaptat la o asemenea strategie reproductivă au, în general, dimensiuni mici şi o durată de viaţă relativ scurtă (se divid de câteva ori pe oră). Ele trăiesc în medii de viaţă temporare (de exemplu un cadavru etc.) sau instabile. Supravieţuirea lor depinde de capacitatea de a produce un mare număr de urmaşi într-un timp scurt şi nu de capacitatea lor competitivă.

Bacteriile pot coloniza medii de viaţă virgine, în transformare, instabile, utilizând hrana şi celelalte resurse înainte de a apărea alte organisme cu care să intre în competiţie. Numai astfel, procariotele, în general, au reuşit să se menţină, alături de eucariote, mult mai diversificate şi adaptate, până în zilele noastre.

Sistematica. Eubacteriile se divid în două grupe, evaluate ca încrengături pe baza coloraţiei Gram: *Posibacteriota* şi *Negibacteriota*.

3. Încrengătura *POSIBACTERIOTA* (Bacterii gram-pozitive)

Posibacteriota încadrează eubacteriile la care celula prezintă un perete celular gros, pluristratificat şi la care gram-colorantul nu dispare chiar atunci când sunt spălate cu solvenţi organici.

Sunt cele mai numeroase şi diferenţiate morfologic dar şi metabolic-fiziologic. Se prezintă ca forme unicelulare dar şi cenobiale. Organizarea morfologică cea mai înaltă la ele este cea de filamente, asemănătoare unui miceliu (la *Actinomycetales*). Nu formează corpuri sporifere şi nu sunt fotosintetizante. Formarea de spori este specifică lor şi nu bacteriilor gram-negative.

Învelişul celular prezintă următoarele caracteristici: reţeaua de mureină cu multe straturi participă la greutatea uscată a peretelui celular cu 30-70%; polizaharidele lipsesc sau sunt legate covalent; conţinutul de proteină este mic.

Clasificarea lor este destul de dificilă. Pentru diferenţierea acestora în diferite trepte taxonomice, pe lângă morfologia celulei, se iau în considerare proprietăţile fiziologice ale lor: produsele metabolismului, tipul nutriţiei, natura substraturilor, însuşiri toxice sau imunologice, relaţia cu alte organisme, comportamentul faţă de oxigenul atmosferic etc.

Se vor evidenţia câteva grupe artificiale (după A. Bresinsky, in Strasburger, 1999):

a. FORME DE COCI

Familia *Peptococcaceae*

Familia încadrează forme de coci, anaerobe, de mare diversitate morfologică, de la celule izolate, prin celule în perechi sau tetrade, până la pachete de celule cu contur neregulat sau lanțuri mai lungi sau mai scurte. Se află în gură, căile respiratorii și tractusul urogenital de la om și animale. Uneori se află și în sol.

Sarcina ventriculi se află sub forma unor cenobii din 64 celule, ținute împreună prin celuloză.

Familia *Streptococcaceae*

Această familie cuprinde bacteriile acidului lactic din genurile ***Streptococcus, Leuconostoc, Pediococcus***, ș.a. Acestea sunt chemo-organotrofe și descompun glucidele până la acid lactic.

Streptococcus și *Pediococcus* sunt homofermentativi, adică fermentează glucoza până la acid lactic, fără alte produse. *Leuconostoc* este heterofermentativ, adică din fermentarea glucozei se formează, pe lângă acid lactic și alte produse ca etanol sau acid acetic și bioxidul de carbon.

Streptococcaceae- le iau parte, pe lângă alți reprezentanți din alte familii, la însilozarea furajelor, acrirea verzei, la obținerea diferitelor feluri de lapte acru, iaurt, chefir etc.

Unele specii fac parte din flora intestinală a mamiferelor în calitate de comensali, dar există și paraziți ai sângelui extrem de virulenți.

Familia *Micrococcaceae*

Reprezentanții familiei sunt bacterii facultativ anaerobe sau aerobe.

Genul ***Staphylococcus*** (fig. 3-A) are cenobiile în forma unor ciorchini de strugure și este facultativ anaerob. Este întâlnit în rănile purulente și are și forme patogene.

Genul ***Micrococcus*** prezintă și specii aerobe. Pe medii nutritive corespunzătoare formează cenobii galbene sau portocalii.

b. BASTONAȘE CARE NU FORMEAZĂ SPORI

Familia *Lactobacillaceae*

Această familie reprezintă o a doua grupă mare a bacteriilor lactice, dar în mod obișnuit fără flageli. În mod natural, acestea se află în lapte, pe organe de plante întregi sau în curs de descompunere, în intestinul și pe mucoasele de la om și mamifere. Ele acidifică mediul prin formarea acidului lactic și astfel împiedică dezvoltarea altor bacterii anaerobe. În acest mod, ele au acțiune sterilizantă și de conservare.

O bacterie heterotrofă benefică este ***Lactobacillus***, primul colonizator al intestinelor mamiferelor. Prin descompunerea zahărului din lapte, aceste bacterii ajută nou-născuții să digere laptele. Unele specii de *Lactobacillus* (fig. 3-B) sunt importante în producția de smântână, iaurt și alte produse fermentate din lapte.

Lactobacilii, deși sunt anaerobi, pot să crească și în prezența oxigenului atmosferic (aerobi).

c. BASTONAȘE CARE FORMEAZĂ SPORI

Forma celulelor este obișnuit de bacili, care într-o etapă a vieții lor formează endospori.

Familia *Bacillaceae*

Pe lângă bacili, la unele forme apar și lanțuri de celule sau filamente.

Bacillaceae- le sunt aerobe în sol, dar și facultativ anaerobe. Sunt atât forme imobile cât și mobile, prin flageli laterali sau peritrichi.

a. Forme aerobe

Genul ***Bacillus***, cu specia cea mai cunoscută *Bacillus anthracis*, care provoacă boala numită antrax (buba neagră sau dalac) la om și mamifere. Acest bacil a fost descoperit de R. Koch în 1876 și reprezintă prima bacterie dovedită ca provocatoare a unei boli.

B. subtilis (Bacilul fânului) produce putrezirea fânului care nu a fost corect conservat.

B. megatherium și *B. cereus* sunt saprofite aerobe larg răspândite.

Alte genuri:

Sporolactobacillus cu specii care aparțin seriei homofermentative a acidului lactic.

Sporosarcina ureae descompune ureea cu ajutorul enzimei ureaza.

b. Forme facultativ anaerobe:

Genul ***Clostridium*** se caracterizează prin celule care se umflă mult la formarea sporilor. ***C. botulinum*** este o bacterie care formează endospori și poate produce o toxină mortală – botulina. În fiecare an multe vite și păsări mor după ce au mâncat granule fermentate care conțin această toxină. Bacteria se poate dezvolta și în mâncarea care n-a fost bine sterilizată și apoi conservată (în conserve și borcane). Consumarea hranei contaminate (carne, pește, legume, fructe etc.) poate duce la botulism, o formă de otrăvire în care este suprimată activitatea mușchilor. Moartea survine ca urmare a insuficienței respiratorii. Indivizii suspectați de botulism pot primi antitoxine sau cu dispozitive de respirație artificială se împiedică insuficiența respiratorie.

C. tetani produce tetanosul. Bacteria trăiește anaerob în sol și are poartă de intrare cutanată (răni deschise). Exotoxina produsă determină contracții puternice, repetate, ale mușchilor striați.

C. pasteurianum este o bacterie anaerobă, liberă în sol, fixatoare de azot molecular.

d. BACTERII CORYNEFORME

Bacteriile gram-pozitive, cu morfologie transformabilă (inclusiv *Actinomycetales*), se numesc corineforme. De exemplu, bastonașele se pot transforma în măciuci, bastonașe simple, coci sau filamente slab ramificate. Nu formează endospori.

Familia *Propionibacteriaceae*

Familia încadrează bacterii acidopropionice, anaerobe, care se găsesc în primul stomac și intestinul rumegătoarelor.

Propionibacterium acni este o bacterie patogenă care produce acnea (inflamări ale foliculilor firului de păr).

Familia *Corynebacteriaceae*

Corinebacteriile sunt aproape totdeauna aerobe.

Genul ***Corynebacterium*** încadrează specii patogene la om și mamifere, dar pot produce boli și la plantele superioare. Bacteriile din genul *Corynebacterium* astupă vasele și duc plantele la ofilirea și apoi pierea lor (la aceasta iau parte și toxine de ofilire). Ex. ofilirea tomatelor.

C. diphteriae este agentul patogen al difteriei, o boală infecțioasă și transmisibilă. Bacteria este microaerofilă până la anaerobă. Se transmite prin salivă și se multiplică la nivelul faringelui. Exotoxina elaborată afectează miocardul și S.N.C. (Sistemul Nervos Central).

Genul ***Cellulomonas*** încadrează specii saprotrofe în sol, care descompun celuloza. Genul ***Arthrobacter*** predomină cantitativ în microflora solului, poate utiliza diferite surse de carbon, dar nu descompune celuloza.

Familiile care urmează sunt încadrate la ord. ***Actinomycetales***.

Familia *Mycobacteriaceae*

Morfologia lor atinge un grad înalt de diversificare față de formele anterioare, ajungându-se la filamente ramificate.

Mycobacterium tuberculosis (Bacilul Koch) este agentul patogen al tuberculozei, o boală infecto-contagioasă, cu localizare, adesea, pulmonară. În mod obișnuit se prezintă ca bastonașe neramificate, subțiri, imobile și care sporulează. În culturi artificiale apar și forme ramificate.

Familiile: ***Actinomycetaceae, Streptomycetaceae, Nocardiaceae*** se încadrează la așa numitele „ciuperci radiale". Sunt frecvente în sol ca specii saprotrofe, însă de mai mulți centimetri în diametru, asemănător cu corpul vegetativ de la ciuperci. Acesta, însă, constă dintr-o singură celulă fără pereți transversali, deseori bogat ramificată, cu numeroși nucleoizi, fară chitină și celuloză în pereții acesteia (cum se află la ciuperci). Firele devin ulterior pluricelulare și se divid în bastonașe, care seamănă cu bacteriile bastonașe. Acestea formează și exospori sau conidii.

Actinomyces bovis provoacă tumori purulente în corpul omului și animalelor mamifere. La plante, specii anaerobe ale genului *Actinomyces* provoacă boli numite „actinomicoze". *A. alni* (*Frankia alni*) este o specie simbiontă pe rădăcinile de anin (*Alnus sp.*), pe care formează nodozități în care este fixat azotul molecular atmosferic.

Genul ***Streptomyces*** (fig. 3-J) încadrează specii producătoare de substanțe antibiotice sau vitamine, cu rol în combaterea unor boli sau în nutriția animalelor. Peste jumătate din antibioticele cunoscute astăzi sunt obținute din specii ale acestui gen: streptomicina din *Streptomyces griseus*, eritromicina din *S. erythraeus*, precum și unele antibiotice antitumorale.

Speciile de *Nocardia* în majoritate sunt aerobe și pot trăi ca saprotrofe în sol. Unele provoacă boli la plante, numite nocardioze.

Speciile de ***Thermomonospora*** și ***Thermoactinomyces*** cresc în condiții de mediu cu temperaturi înalte.

Familia *Actinoplanaceae*

Această familie se deosebește de precedentele familii prin aceea că formează cistofori (corpuri fructe) cu endospori pe hifele aeriene ale miceliului. Sunt spori mobili cu flageli lofotrichi.

Mai cunoscute sunt speciile genurilor ***Actinoplanes***, ***Ampulariella*** și ***Pilimellia***. Speciile genului ***Kitasatoa*** nu formează cistofori și rolul acesta îl îndeplinește capsula mucozitară care se formează în jurul sporilor.

c. MICOPLASMELE (MOLLICUTES)

Sunt organisme care au fost izolate pentru prima dată de la animalele bolnave de pneumonie pleurală și au fost denumite mai înainte ca PPLO (organisme pleuropneumoniale). Aceste specii nu au perete celular rigid și, deci, nici o morfologie stabilă. De aceea, nu pot fi determinate prin gram-colorare. Ele sunt saprotrofe, dar și parazite în mucoasele animalelor, în corpul insectelor și în vasele ciuruite ale plantelor superioare. Speciile genului ***Mycoplasma*** (50-60) sunt considerate printre cele mai mici celule vii, dar conțin, ca și bacteriile, ADN și ARN. Deseori, ele pot forma prelungiri lungi, ramificate sau neramificate, asemănătoare cu hifele ciupercilor și actinomicetelor. De aici a derivat numele lor.

4. Încrengătura *NEGIBACTERIOTA*

(Eubacterii gram-negative)

În învelișul lor celular, rețeaua de peptidoglican, care este subțire, participă cu mai puțin de 70% din greutatea uscată a acestuia. De aceea, gram-colorantul se spală ușor cu solvenți organici (deci sunt bacterii gram-negative). Capsula lipicioasă este alcătuită din lipoproteide, lipozaharide și contribuie cu până la 80% din greutatea uscată a învelișului celulei. Ionii de Ca^{2+} măresc stabilitatea stratului de lipozaharide.

Din punct de vedere morfologic, bacteriile gram-negative pot fi coci, bastonașe, vibrioni, spirili, spirochete și forme alunecătoare.

Ele pot fi fototrofe și chemotrofe, față de bacteriile gram-pozitive, care pot fi numai heterotrofe saprotrofe și parazite. Formele care realizează fotosinteza nu eliberează oxigen, deosebindu-se astfel de cianobacterii și eucariotele fototrofe, care elimină oxigenul rezultat din fotoliza apei.

Între grupele chemotrofe se deosebesc: chemolitotrofele, care folosesc ca donori de electroni unele substanțe anorganice ca NH_3, H_2S sau Fe^{2+}; chemo-organotrofele, care utilizează ca donori de electroni unele substanțe organice.

Împărțirea sistematică a încrengăturii nu este definitivată și ea se face numai în parte pe bază de legături de rudenie, ci mai degrabă pe baze morfologice (concordanță morfologică), comportamentul față de oxigenul atmosferic dar și de metabolism.

a. COCI ȘI BASTONAȘE ANAEROBE

Familia *Veillonellaceae*

Speciile genurilor ***Veillonella*** și ***Megasphaera*** nu pot fermenta glucidele. *V. alcalescens* trăiește în saliva oamenilor și a mamiferelor, ca și în primul stomac al rumegătoarelor. Fermentează acidul lactic la acid propionic, acid acetic, CO_2 și H_2.

Familia *Bacteroidaceae*

Două genuri sunt mai cunoscute: ***Bacteroides*** cu specia *B. succinomyces*, care trăiește în flora intestinală a omului și fermentează glucidele, cu formarea acidului succinic și acetic; ***Desulfovibrio*** – gen cu poziție sistematică neclară. Celulele lui sunt sub formă de vibrioni sau spirili, prevăzuți cu flageli monotrichi sau peritrichi. Trăiesc în mâlurile putrede și descompun sulfații; ***Acetobacterium*** are celule sub formă de bastonașe, este anaerob și fermentează acidul lactic.

b. BASTONAȘE FACULTATIV ANAEROBE

Familia *Enterobacteriaceae*

Speciile familiei sunt forme peritriche, gram-negative, adesea parazite-patogene.

Genul ***Escherichia***. Cel mai cunoscut exemplu este *Escherichia coli* (colibacilul). A primit această denumire de la faptul că a fost descoperit în tractul digestiv al omului şi animalelor cu sânge cald. *E. coli* produce compuşi care uşurează descompunerea grăsimilor. De asemenea, produce vit. K, care poate fi folosită de gazdă pentru a preveni sângerările abundente (deci are rol în coagularea sângelui). Unele tulpini de *E. coli*, prin activitatea lor, împiedică dezvoltarea în intestin a unor agenţi patogeni.

Pe lângă formele benigne, există şi forme patogene ce produc boli grave pentru oameni. Împreună cu fecalele, acestea ajung în sol şi apă. Atunci când sunt ingerate din neglijenţă, aceste forme patogene produc o diaree puternică. Consecinţele nu sunt grave la adulţi în comparaţie cu cele de la sugari şi copii. Se consideră că diareea produsă de *E. coli* este principala cauză a mortalităţii infantile în populaţiile umane.

E. coli a fost şi este un excelent obiect de studiu pentru cercetările de genetică şi biologie moleculară.

Genul ***Salmonella*** cuprinde mai multe specii care sunt agenţi patogeni ai febrei tifoide (*S. typhi*) şi paratifoide (*S. paratyphi*), dar pot provoca prin toxinele lor şi intoxicaţii alimentare (*S. typhimurinum*).

Speciile de ***Shigella*** (*S. dysenterae*) sunt agenţi patogeni ai dizenteriei şi diareii.

Specii de ***Enterobacter*** formează, în procesul de fermentare, acidul formic.

Klebsiella pneumoniae (Bacilul lui Friedlender) provoacă o formă periculoasă de pneumonie (aprindere la plămâni).

Genul ***Pasteurella***, denumit astfel în onoarea marelui microbilog francez L. Pasteur, produce boli infecţioase la om şi mamifere (printre care se crede că şi ciuma).

Genul ***Chromobacterium*** a primit denumirea de la coloniile sale de culoare violetă. Conţin substanţa violacein, cu proprietăţi antibiotice. La tropice provoacă boli infecţioase.

Proteus vulgaris este comensal al florei intestinale, dar se află ca saprotrof în sol şi apă. Celulele sale au motilitate deosebită. Este agent foarte important al putrefacţiei.

Serratia marcescens trăieşte saprotrofă în sol şi apă. Ocazional pe pâine, făină etc. formează picături asemănătoare cu sângele, care nu se şterg cu apă.

Erwinia carotovora este specie patogenă care produce putregaiul rădăcinilor de morcov.

Familia *Vibrionaceae*

Vibrio cholerae este agentul patogen al holerei la om şi păsări. La om se transmite prin apa murdară. Produce liza enzimatică a mucoasei intestinale şi determină o deshidratare puternică. Zonele afectate sunt: Asia, Orientul Mijlociu, Europa şi în ultimii ani Africa şi America de Sud.

Genurile ***Photobacterium*** şi ***Benekkea*** au specii care trăiesc în apa mării şi produc fenomenul de bioluminescenţă.

c. COCI ŞI BASTONAŞE AEROBE

Familia *Neisseriaceae*

Speciile din această familie se prezintă sub formă de diplococi. ***Neisseria gonorrhoeae*** este agentul patogen al gonoreei, boală venerică (cu transmitere sexuală). ***N. meningitidis*** ajunge pe cale sanguină la creier şi provoacă meningita.

Familia *Pseudomonadaceae*

Familia încadrează formele mobile cu flagel polar, sub formă de bastonaşe drepte sau curbate. Uneori, în culturi artificiale, grupe de celule rămân unite într-o masă gelatinoasă numită zooglee. Speciile heterotrofe obţin energia prin denitrificarea aerobă sau, în parte, şi anaerobă. Sunt şi specii parazite-patogene la plante superioare, animale şi chiar la om.

Familia include genurile ***Pseudomonas*** (celule monotriche sau lofotriche, adesea secretă în mediu pigment chinonic), ***Xanthomonas***, ***Azotomonas***, ***Aeromonas***.

Familia *Azotobacteraceae*

Familia încadrează forme libere în sol, care fixează azotul atmosferic. ***Azotobacter*** are celule mari, elipsoidale sau ovoidale. ***Beijerinckia*** se prezintă sub formă de bastonaşe mici.

Familia *Rhizobiaceae*

Bacteriile aerobe simbionte, fixatoare de azot atmosferic, se încadrează în această familie. Genul ***Rhizobium*** este cel mai important. Trăiește în simbioză cu rădăcinile leguminoaselor, pe care se formează nodozități. ***Agrobacterium tumefaciens*** este patogen. Produce gale pe tulpinile unor plante cu flori.

d. SPIRILI (**ord.** ***Spirallales***)

Acest grup încadrează toate bacteriile cu o conformație frapantă: bastonașe rigide, îndoite, cu una sau mai multe răsucituri. Flagelii sunt dispuși bipolar sau peritrich. Sunt aerobe și rareori facultativ anaerobe.

Familia *Spirillaceae*

Spirillum intersonii (fig. 3-D) trăiește în soluri neaerisite și produce denitrificarea. Genul ***Bdellovibrio*** (fig. 3-C) încadrează specii care parazitează pe alte bacterii.

e. SPIROCHETE (**ord.** ***Spirochaetales***)

Acest grup încadrează bacteriile cu celule de dimensiuni variate, subțiri, anaerobe până la aerobe, răsucite în spirală ca spirilii, însă, în contrast cu aceștia, sunt flexibile. Nu prezintă flageli, dar se pot deplasa cu ușurință, datorită unui fir axial care se află în interiorul celulelor.

Familia *Spirochaetaceae*

Spirochaeta plicatilis este frecvent întâlnită în ape poluate și mocirle. Celulele sunt foarte lungi (până la 500 μ).

Leptospira ictero-hemorragiae este agentul patogen al icterului hemoragic. Bacteria este găzduită de către animale și excretată prin urina lor. Omul se contaminează prin scăldat.

Familia *Treponemataceae*

Aceste specii sunt unicelulare mici (4 -16 nm). ***Treponema pallidum*** este agentul patogen al sifilisului. La exteriorul celulei se află o membrană ondulantă. ***T. denticola*** se găsește ca saprotrof în depunerile de pe dinți la oameni.

f. BACTERII PURTĂTOARE DE ADAOSURI

Sunt formele cu origine diferită, care în urma diviziunii formează părți de celule inegale ca mărime sau adaosuri în formă de codițe (pedunculi) sau fire (ca excrescențe ale celulei).

Gallionella ferruginea trăiește în ape cu fier, în care primăvara se observă mase ruginii. Bacteria oxidează sărurile feroase până la cele ferice.

g. BACTERII CU TEACĂ

Acestea formează teci de formă tubulară, care mențin laolaltă celulele sub formă de lanțuri.

Sphaerotilus natans („Ciuperca" de apă uzată) (fig. 3 G-I) – crește în ape murdare, ca de exemplu puțuri de colectare a apelor uzate de la fabricile de zahăr. Prin aglomerarea celulelor sub formă de fire, ghemotoace sau chiar depuneri și învelișuri lungi (ca o blană) poate infunda țevi sau șanțuri.

h. BACTERII ALUNECĂTOARE

Ordinul *CYTOPHAGALES*

Ordinul încadrează genurile ***Cytophaga*** și ***Sporocytophaga.*** Celulele au aspect de fus alungit, flexibil, fără cili, capabile de mișcări de alunecare pe un substrat tare. Se află în sol și apă și sunt producătoare de pigmenți. Celulele din sol sunt aerobe, descompunătoare ale celulozei și altor resturi vegetale. Nu formează corpuri sporifere.

Ordinul *MYXOBACTERALES*

Acesta formează grupa principală a bacteriilor alunecătoare. Se deosebesc de *Cytophagales* prin organizarea lor complexă și prin faptul că grupele de celule formează corpuri-fructe (cistofori). Agregatele de celule roșii sau de altă culoare, care trăiesc pe pământ sau gunoi, constau dintr-o mulțime de bastonașe mici, fără flageli, dar flexibile și care se deplasează prin alunecare, probabil prin contracții active ale celulelor. Ele nu sunt pluricelulare, dar imită bine acest lucru.

La unele specii bastonaşele se adună prin târâre împreună, în anumite locuri şi formează îngrămădiri în parte legate printr-o masă gelatinoasă. Acestea sunt diferit colorate şi poartă numele de corpuri-fructe sau cistofori. În interiorul acestora se pot forma noi „colonii" şi se aseamănă cu mixomicetele *Acrasiales*. Ex. de *Myxobacteriales*: ***Myxococcus, Chondromyces, Polyangium, Archangium*** etc. *Myxococcus xanthus* se comportă ca un animal de pradă. Milioane de celule se strâng împreună într-o colonie sferică, pe care se alipesc cianobacterii sau alţi microbi. Celulele de mixococcus secretă exoenzime care descompun hrana capturată şi absorb conţinutul acesteia. Coloniile de *Myxococcus xanthus*, deplasându-se prin alunecare pe substrat, se comportă ca o unitate, apropiindu-se sau depărtându-se de un obiect, care poate fi sau nu sursă de hrană.

În culturi artificiale, mixobacteriile pot fi hrănite cu microorganisme vii (de ex. bacterii).

i. BACTERII PARAZITE OBLIGATE

Ordinul *RICKETTSIALES*

Toate sunt parazite şi patogene, obligatoriu intracelular, sub forma unor corpusculi foarte mici, adesea unite în grupa virusurilor filtrante. Se deosebesc, totuşi, de virusuri prin raportul de 1/3,5 de ADN/ARN. Rickettsiile nu sunt cultivabile în afara celulei.

Unele specii provoacă tifosul exantematic. Ele sunt transmise la oameni prin înţepături de căpuşe, molii de făină, purici sau păduchi.

La *Ricketsiales* se pot alătura şi agenţii bolii papagalilor (grupa *Psitakosae*), consideraţi mult timp ca virusuri. Ca şi la rickettsii, există o mare dependenţă a lor de metabolismul celulei gazdă, fiind paraziţi obligatori intracelulari. Ambele grupe (rickettsiile şi agenţi psitacoselor) sunt bacterii cu o accentuată dezvoltare regresivă, ca urmare a parazitismului intracelular.

j. BACTERII CHEMOLITOAUTOTROFE

Familia *Nitrobacteraceae*

Familia încadrează specii aerobe, care oxidează amoniacul până la nitrit (ex. ***Nitrosomonas***) sau nitritul până la nitrat (***Nitrobacter***). Morfologic se prezintă sub formă de coci, bastonaşe, spirili. Flagelii, dacă există, sunt dispuşi subpolar sau peritrich.

La această familie se alătură şi bacteriile care pot oxida compuşii cu sulf (***Thiobacillus***).

k. BACTERII FOTOAUTOTROFE

Ordinul *RHODOSPIRILLALES*

Bacteriile fotoautotrofe trăiesc în zone anaerobe, cum ar fi băltoace sau lacuri cu apă dulce, în ape lin curgătoare dar şi în golfuri marine.

În celulele lor se află pigmenţi fotosintetizanţi şi anume bacterioclorofilele (*a-d*) dar şi carotenoizi, care le conferă culori variate: purpuriu-violetă, roşietică, brună, oliv sau verde. Spre deosebire de cianobacterii şi eucariotele fotoautotrofe, la acest tip de bacterii, oxigenul împiedică funcţionarea bacterioclorofilelor. Altă deosebire este legată de faptul că ele folosesc ca donori de electroni, pe lângă substanţe anorganice, şi unii compuşi organici şi nu apă.

Ocazional, unele bacterii din această grupă pot duce la „înflorirea apelor" şi anume în zone anaerobe adânci ale lacurilor cu o anumită temperatură, concentraţie de hidrogen sulfurat, bioxid de carbon şi compuşi organici.

Datorită conţinutului ridicat de carotenoizi, bacteriile purpurii, care predomină la adâncimi mai mari ale apelor, pot absorbi lumina cu lungime de undă scurtă, care pătrunde la adâncime în apă.

Din punct de vedere morfologic, ele se pot prezenta sub formă de coci, bastonaşe sau spirili. Flagelii, când se află, pot fi dispuşi polar sau bipolar.

Ordinul *Rhodospirillales* include familiile: *Rhodospirillaceae, Chromatiaceae, Chlorobiaceae, Chloroflexaceae.*

Familia *Rhodospirillaceae*

(Bacterii purpurii fără sulf)

Acestea conţin, într-un sistem de membrane ale celulelor, bacterioclorofilele *a* şi *b*. Sulful elementar nu este oxidat de acestea. Reprezentanţii sunt specii ale genurilor ***Rhodospirillum, Rhodopseudomonas*** şi ***Rhodomicrobium***.

Familia *Chromatiaceae*

(Bacterii purpurii cu conţinut de sulf)

Acestea folosesc sulful sau hidrogenul sulfurat ca donor de electroni. Sulful se depune în interiorul celulelor sau pe suprafaţa exterioară a acestora.

Reprezentanţii sunt specii ale genurilor ***Chromatium*** şi ***Thiospirillum***, la care celulele ating dimensiuni considerabile (20-40 µ).

Familia *Chlorobiaceae*

(Bacterii verzi cu conţinut de sulf)

Clorobiaceele sunt bacterii sărăcite în carotenoizi. Conţin, în vezicule ataşate plasmalemei, bacterioclorofilele *c* şi *d* şi cantităţi mici de clorofila *a*. De exemplu: ***Chlorochromatium*** se prezintă ca agregate de celule verzi imobile, în mijloc cu o bacterie fără culoare, dar prevăzută cu flageli polari. Datorită celulei mobile tot agregatul se deplasează ca o unitate.

Familia *Chloroflexaceae*

Reprezentanţii sunt bacterii mobile prin alunecare şi, deci, cu o poziţie intermediară între *Cytophagales* şi *Rhodospirillales*.

Răspândirea şi modurile de viaţă ale bacteriilor

Bacteriile însumează circa 1.600 specii răspândite pe tot globul: în apă, în sol, pe suprafaţa solului în atmosferă, pe toate obiectele, pe suprafaţa şi în corpul vieţuitoarelor.

Răspândirea lor ubicuitară se datorează unor caracteristici morfologice şi de metabolism ale acestora.

Mai întâi este vorba de dimensiunile mici ale lor şi legat de aceasta de suprafaţa foarte mare de contact cu substratul, în comparaţie cu masa corpului. Datorită acestui fapt, devine posibilă o deosebită activitate fiziologică şi intensitate a metabolismului şi, implicit, capacitate mare de multiplicare. În lipsa unei capacităţi competitive supravieţuirea lor în medii, adesea ostile vieţii, depinde, în principiu, de capacitatea de a produce un număr mare de urmaşi într-un timp scurt.

La aceste caracteristici se adaugă capacitatea de rezistenţă, la acţiunea nefavorabilă a factorilor externi, atât a celulelor vegetative cât şi a sporilor.

Celulele vegetative ale multor specii sunt foarte rezistente, în special la uscăciune. Unele pot trăi la temperaturi foarte mari (70-110 ^{0}C) în izvoare fierbinţi. Altele sunt termogene, putând încălzi substratul până la 60 ^{0}C. De exemplu, *Bacillus stearothermophilus*, specii de *Thermonospora* şi *Thermoactinomyces* pot duce la autoaprinderea fânului umed, bumbacului, tutunului, gunoiului etc.

Bacteriile termofile sunt nu numai rezistente la temperaturi înalte, dar unele dintre ele necesită astfel de temperaturi pentru o dezvoltare optimă, ca de exemplu specii de *Bacillus, Clostridium*, diferite micobacterii şi chemolitoautotrofe. Termofilia autentică apare numai la procariote şi este determinată de prezenţa unor ioni de metale legaţi de plasmalemă sau de unele proteine termostabile din citoplasmă.

Sporii bacteriilor au mai mare capacitate de rezistenţă, atât la temperaturi înalte cât şi la uscăciunea mediului. Ei pot rezista, fără să-şi piardă viabilitatea, până la 30 ore în apă clocotită dar şi în apă foarte rece.

Metabolismul eubacteriilor este mult mai diversificat decât la eucariote. Cele mai numeroase sunt heterotrofe saprotrofe şi parazite. Parazitismul obligatoriu intracelular este mai rar (la Rickettsii şi agenţii *Psitacosae*- lor). Cele mai numeroase specii se pot înmulţi în afara corpului omenesc sau animal. Nutriţia fotoautotrofă, întâlnită la câteva grupe de bacterii, are particularităţi care o deosebesc de cea de la eucariote şi cianobacterii.

Se pot cultiva cu uşurinţă pe medii nutritive artificiale şi pot fi astfel studiate sub toate aspectele. Formează pe aceste medii şi cenobii fară culoare sau colorate, datorită unor pigmenţi situaţi în citoplasmă sau în membrana plasmatică (bacterii purpurii, bacterii halofile ş.a.).

Datorită echipamentului lor enzimatic, bacteriile pot descompune cele mai variate substraturi în condiţii aerobe sau anaerobe. Aproape toate substraturile organice (glucide, lipide, protide) dar şi unele anorganice pot fi descompuse de bacterii, chiar şi ţiţeiul, parafina şi asfaltul. Numai unele materiale plastice, care acum se acumulează în cantităţi tot mai mari în apă şi pe sol, rezistă descompunerii bacteriene.

Bolile provocate de bacterii la plante, animale şi om poartă numele de bacterioze.

La plante sunt cunoscute circa 200 specii patogene. Acestea pătrund în plante prin stomate, hidatode, răni provocate de insecte, ger sau alte cauze. Speciile patogene pentru plante sunt numai cele sub formă de bastonaşe şi lipsite de spori. În mod paradoxal, existenţa sau absenţa flagelilor nu joacă nici un rol pentru patogenitatea bacteriilor la plante. Bacteriile patogene, de regulă generală, trăiesc intercelular şi de aici descompun lamelele pectice mijlocii şi astfel celulele sunt separate unele de altele. Ţesutul gazdei ia, astfel, aspectul de masă păstoasă (aşa numita putrefacţie umedă). În celulele vii rareori pătrund bacteriile (ex. *Pseudomonas tabaci*). Unele bacterii astupă vasele şi determină ofilirea plantelor. La aceasta participă şi toxinele elaborate de acestea. De exemplu, specii ale genului *Corynebacterium*.

Bacterioze sunt frecvente la om şi animale. Prejudicierea gazdei are loc prin extragerea de substanţe nutritive, distrugerea unor celule şi ţesuturi sau prin eliminarea unor produse de metabolism otrăvitoare (toxine).

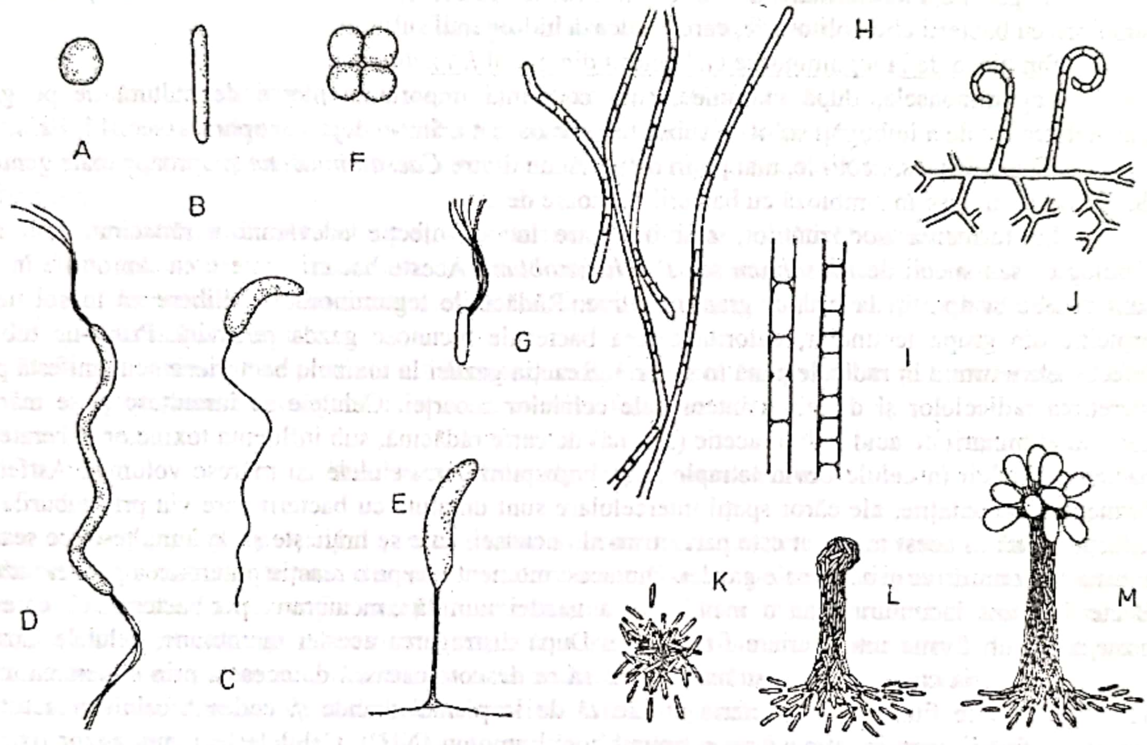


Fig. 3. Diferite tipuri de bacterii. A - *Staphyloccocus*; B – *Lactobacillus*; C – *Bdellovibrio*; D – *Spirillum*; E – *Caulobacter* (4000x); F – *Sarcina*; G-I – *Sphaerotilus*; G – stadiul mobil (700x); H – formă de *Sphaerotilus* (300x); I – începutul separării celulelor (800x); J – *Streptomyces*; K-M – *Chondromyces*: bastonaşe (200x); corp-fruct (cistofor) (A- după Umeda; B- după Kandler; C- după Stolp; D- după Krieg; E- după Houwink; F- după Beveridge; G-I- după Brock şi Höninger; J- după Schlegel; K- M- după Grillone, din Strasburger, 1999)

Bolile provocate de bacteriile patogene la om şi animale pot fi prevenite prin imunizare (vacinare preventivă) activă sau pasivă. La imunizarea activă, se administrează subiecţilor agenţi ai bolii sau otrăvurile acestora, slăbite însă prin diferite metode, pentru a determina organismul gazdă să formeze anticorpi care să neutralizeze agentul patogen. La imunizarea pasivă, se injectează ser ce conţine anticorpi de la animalele imunizate.

Particularităţile metabolico-fiziologice ale bacteriilor sunt următoarele:

- autotrofie prin fotosinteză sau chemosinteză;
- heterotrofie prin parazitism, saprotrofism sau simbioză;
- denitrificare sau desulfurizare;
- fixarea în compuşi organici a azotului molecular;
- fermentaţie a acidului lactic, butiric, a celulozei, pectinei şi albuminei;
- fermentaţia aerobă a acidului acetic.

Bacteriile şi alte microorganisme sunt larg utilizate în diferite biotehnologii, ca de exemplu biotehnologii pentru obţinerea antibioticelor, a enzimelor şi a altor proteine utile; în descompunerea unor produse reziduale, ca de exemplu a metanului din apele reziduale ale unor fabrici; în îmbogăţirea unor substraturi cu metale prin solubilizarea microbiană, ca de exemplu transformarea unor compuşi cu cupru și uraniu greu solubili în sulfați solubili în apă (*Thiobacillus sp.*). Unele bacterii pot fi utilizate ca indicatori în căutarea unor zăcăminte de țiței.

Simbioze ale bacteriilor cu alte viețuitoare.

O simbioză mult cercetată este cea de la licheni, unde ciuperci, alge și cianobacterii se asociază într-un organism nou, care funcționează ca o unitate nouă (se va prezenta mai detaliat la licheni).

În branhiile unor scoici din Golful Mexic trăiește o bacterie care utilizează metanul și asigură, prin asimilație, hrana scoicii.

Termitele trăiesc în simbioză cu bacterii localizate în intestinul lor, care le completează hrana săracă în azot, prin fixarea azotului atmosferic.

Flora intestinală a papuașilor din zona Noua Guinee conține, de asemenea, bacterii fixatoare de azot. În ciuda alimentației sărace în proteine (ei se hrănesc mai ales cu „cartofi dulci” - *Ipomoea batatas*, fam. *Convolvulaceae*), datorită acestor bacterii comensale, papuașii nu duc lipsă de proteine.

În găurile hidrotermale din Oceanul Pacific trăiesc specii de viermi tubulari și scoici, în simbioză cu bacterii chemolitotrofe, care oxidează hidrogenul sulfurat.

Simbioza de la leguminoase cu bacterii din genul *Rhizobium*

Leguminoasele, după graminee, sunt cele mai importante plante de cultură de pe glob. Capacitatea lor de a îmbogăți solul cu substanțe azotoase a arătat-o deja Theophrast (sec. 4 î. Hr.).

Toate *Mimosaceae*- le, mai puțin de jumătate dintre *Caesalpiniaceae* și aproape toate genurile de *Fabaceae* trăiesc în simbioză cu bacterii fixatoare de azot.

La formarea nodozităților, mai întâi are loc o infecție adevărată a rădăcinii, prin rase fiziologice sau specii de *Rhizobium* sau *Bradyrhizobium*. Aceste bacterii trăiesc ca saprotrofe în sol, sunt aerobe și aparțin la grupul gram-negative. Rădăcinile leguminoaselor eliberează în sol unele proteine din grupa lectinelor, datorită cărora bacteriile recunosc gazda potrivită. Printr-un tub de infecție ele pătrund în radicele până în scoarță. Reacția gazdei la toxinele bacteriene se manifestă prin încrețirea radicelelor și diviziuni intense ale celulelor scoarței. Celulele se înmulțesc și se măresc datorită eliminării de acid indolil acetic (auxină) de către rădăcină, sub influența toxinelor eliberate de bacterie. Nucleii în celule devin tetraploizi și, corespunzător, celulele își măresc volumul. Astfel se formează nodozitățile, ale căror spații intercelulare sunt umplute cu bacterii care vin prin tuburile de infecție. Până în acest moment este parazitism al bacteriei, care se hrănește și se înmulțește pe seama substanțelor nutritive și active ale gazdei. Din acest moment începe o reacție puternică a plantei gazdă. Bacteriile sunt înconjurate de o membrană a gazdei numită „membrană peribacteroidă”, care le protejează sub forma unei bariere fiziologice. După distrugerea acestei membrane, celulele gazdei recunosc bacteria ca pe un corp străin și caută să se descotorosească de aceasta prin eliberarea unor substanțe numite fitoalexine. Bacteria utilizează de la plantă glucide și cedează celulelor acesteia produsele fixării azotului atmosferic și anume ionul amoniu (NH_4). Celulele leguminoaselor fixează azotul din ionul de amoniu în compuși specifici plantelor respective: asparagin la mazăre, alantoin și acid alantoin la fasole și soia. După moartea plantei leguminoase și descompunerea nodozităților, în sol ajung atât compușii cu azot dar și un număr de bacterii (mai mic decât cel pătruns inițial prin infecție), care reiau ciclul cu noi plante. Specii de bacterii apar și în frunzele unor plante tropicale din familiile *Dioscoreaceae, Myrsinaceae, Rubiaceae* ș.a., dar nu există date certe cu privire la rolul acestora în fixarea azotului molecular.

La unele specii lemnoase, ca *Alnus* (*Betulaceae*), *Myrica* (*Myricaceae*) ș.a. se formează nodozități în care trăiește o mixomicetă fixatoare de azot atmosferic (*Actinomyces alni* ș.a.).

5.2. Tip de organizare: ALGE PROCARIOTE

Algele, în general, sunt plante cu organizare simplă, adaptate în mod obișnuit la viața acvatică. La început, toate au fost cuprinse într-o singură grupă, până a se recunoaște, pe baza cercetărilor de microscopie electronică, diferențele fundamentale dintre procariote și eucariote.

S-a menținut denumirea formală de alge procariote, ca grupe autotrofe, pentru a le deosebi de cele eucariote.

Din punct de vedere istorico-evolutiv, algele albastre-verzui sunt legate de eubacterii, cu care sunt încadrate împreună în supraregnul *Procaryota*, datorită mai multor caractere comune: constituția procariotă a celulei, peretele celular alcătuit din mureină, precum și prin forme de trecere de la heterotrofia și fotoheterotrofia bacteriilor la nutriția fotoautotrofă a algelor albastre-verzui.

Astfel, genul ***Beggiatoa*** este uneori încadrat la eubacteriile gram-negative alunecătoare, alteori la cianobacterii (cianofite) prin asemănarea filamentelor albicioase, subțiri, cu cele de la genul fototrof albastru-verde ***Oscillatoria***. La *Beggiatoa* există rase fiziologice, cu celule fără pigmenți, care fixează în mod autotrof bioxidul de carbon (o analogie convergentă cu eucariotul *Euglena*). Se întâlnesc și convergențe, ca de exemplu heterotrofa ***Lampropedia*** (eubacterie) se aseamănă morfologic cu autotrofa ***Merismopedia*** (cianobacterie).

Cianobacteriile se deosebesc de eubacterii prin lipsa stadiilor mobile (cu flageli), atât în stadiul vegetativ cât și reproducător, precum și prin nutriția lor exclusiv fotoatotrofă cu eliberare de oxigen provenit din descompunerea apei.

Separarea cianofitelor de bacterii și gruparea lor împreună cu *Prochlorophyta* s-a făcut, ca și la alte tipuri de organizare, după caractere concordante în construcția celulară, nutriție etc. și nu după caracteristici derivate din înrudirea lor.

5. Încrengătura *CYANOPHYTA* (= *Cyanobacteriota*)

- Alge albastre-verzui, Cianobacterii

Diferențierea istorico-evolutivă a cianobacteriilor față de eubacterii s-a făcut cu foarte mult timp în urmă, înainte de separarea în eubacterii gram-pozitive și gram-negative.

Secvențele $_{16}$S rARN arată o mare omogenitate a cianobacteriilor și o diferențiere față de eubacterii.

Cianobacteriile se deosebesc de eubacteriile fotoautotofe prin unele caracteristici:

- celula cianobacteriilor este de cca 10 ori mai mare decât cea a eubacteriilor;
- pigmentul asimilator este clorofila *a* (lipsește clorofila *b*), diferit față de bacterioclorofilele de la eubacterii;
- cianobacteriile prezintă o fotosinteză oxigenă (adică eliberează oxigen molecular) dar și o fotosinteză anoxigenă ca și la eubacteriile fotoautotrofe.

Structura celulei algelor albastre-verzui

Peretele celular este rigid și este alcătuit din mureină, caracter care apropie cianobacteriile de eubacterii. Acesta este format din patru straturi suprapuse, și poate fi distrus numai de lizozim. Celuloza lipsește, cu excepția pereților heterocistelor, de la cianobacteriile filamentoase. Pereții longitudinali sunt alcătuiți din patru straturi, iar cei transversali numai din două straturi. Prin structură și chimism, acest perete ocupă o poziție intermediară între peretele celular de la eubacteriile gram-pozitive și gram-negative. Peretele celular are circa 10 nm în grosime.

În pereții transverasali la cianobacteriile filamentoase se află niște canalicule, care se evidențiază ca pori, prin care celulele comunică între ele prin plasmodesme.

La exteriorul peretelui se află teci de gelatină cu structură fibrilară la microscopul electronic, alcătuite din polizaharide, aminoacizi și acizi grași. Aceste teci gelatinoase acoperă câteva celule, le apără de uscăciune și participă la mișcările de alunecare.

Citoplasma este delimitată la exterior de plasmalemă și este diferențiată în două zone: cromatoplasma (parietoplasma) și nucleoplasma (centroplasma).

Față de celulele eucariote, celula cianobacteriilor se deosebește prin lipsa nucleului, a mitocondriilor, clorolastelor, RE, lizozomilor precum și a vacuolelor cu suc celular.

Cromatoplasma (parietoplasma). Este citoplasma colorată, situată la exteriorul celulei, spre peretele acesteia. Este foarte vâscoasă și nu fluidă ca în celulele eucariotelor. În această zonă sunt dispuși pigmenții fotosintetizanți și accesorii, care dau culoarea albastru-verzuie a celulei. Pigmenții nu sunt difuzi în citoplasmă ci sunt fixați pe lamelele tilacoizilor. Tilacoizii sunt dispuși solitar și nu în stive ca la eucariote. Pe membranele acestora se fixează clorofila *a* (lipsește clorofila *b*). Se găsesc în citoplasmă și carotenoizi (îndeosebi β-carotină și zeaxantină), Ca pigmenți accesorii, pe lângă carotenoizi se află ficocianina și ficoeritrina (ambele și în celula unor alge eucariote: *Rhodophyta* și *Cryptophyta*). Cei doi pigmenți, încadrați în grupa ficobiliproteinelor, se află în corpușoare, separate de tilacoidele cu clorofila *a*, numite ficobilisomi. Se mai află ribozomi împrăștiați difuz sau legați prin fire subțiri de plasmalemă.

Ca substanță de rezervă se află amidonul de cianoficee (asemănător cu glicogenul și amidonul de floridee de la algele roșii), înmagazinat în particule submicroscopice, situate între lamelele tilacoidelor. Se mai află și granule de volutină, care reprezintă rezerva de fosfor a celulei, dar acestea pot funcţiona şi ca înmagazinator de energie în substanţe macroergice de tip ATP. Se mai află vezicule umplute cu gaz.

Nucleoplasma (centroplasma) este partea centrală a citoplasmei, necolorată. În aceasta se află elemente în formă de granule, bastonaşe, reţele sau filamente bogate în ADN, ce sunt desemnate ca cromatinoaparat şi reprezintă echivalentul nucleului de la eucariote.

Mişcările de deplasare

Cianobacteriile sunt lipsite de flageli atât în stadiile vegetative cât şi în cele de reproducere (spori). Totuşi, cenobiile şi filamentele execută mişcări de târâre, alunecare, cu 2-11 μ/sec. Deplasarea de alunecare poate avea loc numai pe substrat tare şi umed şi este determinată nu numai de teaca de gelatină, ci probabil şi de contracţia microfibrilelor din alcătuirea acesteia. Uneori se produce şi o mişcare oscilatorie la speciile filamentoase de *Oscillatoria*, urmată de o răsucire a filamentului în jurul axei sale.

Înmulţirea şi reproducerea

Înmulţirea vegetativă se realizează prin diviziunea celulelor. Algele albastre sub formă de filamente se alungesc prin diviziunea directă a oricărei celule din filament. Celula se divide în două (bipartiţie) prin formarea centripetă a unui perete transversal (asemănător cu diafragma aparatului de fotografiat).

Deseori are loc şi o înmulţire prin fragmentarea nespecifică a filamentului sau o fragmentare specifică prin hormogoane. Hormogoniile sunt fragmente de filament alcătuite din celule tinere şi nespecializate, care se separă de filamentul mamă, la nivelul unei heterociste, se depărtează de acesta prin alunecare şi prin creştere dau naştere la noi filamente.

Înmulţirea la unicelulare se face prin spori: endospori şi exospori.

Endosporii sunt diferiţi ca mod de formare şi structură faţă de endosporii de la eubacterii. Celula mamă mai întâi se măreşte şi apoi conţinutul se împarte în câţiva endospori. După ieşirea din celula mamă, fiecare endospor se dezvoltă la un nou individ. La formele cu celulele alungite, rămâne o parte bazală sterilă, iar partea apicală se reorganizează pentru formarea exosporilor.

Exosporii se desprind prin fragmentare de la o celulă mamă. Toate formele de spori sunt lipsite de flageli.

Forme de supravieţuire la condiţii de mediu nefavorabile

Pentru supravieţuire la perioade nefavorabile ca uscăciune, temperaturi foarte ridicate sau scăzute, se formează, în special la speciile din subcl. *Hormogoneae*, celulele de durată (de rezistenţă) numite achinete. Formarea lor e precedată de o mărire a celulelor prin înmagazinarea substanţelor de rezervă şi îngroşarea peretelui celular. Achinetele, prin germinare dau naştere la hormogonii. În afară de achinete, alte forme de rezistenţă sunt hormocistele, care reprezintă segmente laterale scurte de filamente, învelite într-un perete comun tare.

Reproducerea sexuată nu este cunoscută. Nici fenomenele de parasexualitate, cum se află la bacterii, nu este sigur că se află la cianobacterii.

Forme de existenţă

Cianobacteriile se pot prezenta în stadiul vegetativ sub mai multe forme:

- unicelulare (ex. la *Dermocarpa*);
- pluricelulare, care se pot afla sub mai multe tipuri: cenobii, filamente neramificate, cu sau fără heterociste, filamente cu diferenţiere heteropolară, filamente cu ramificare falsă sau autentică.

Cenobiile sunt aglomerări de celule libere într-o masă gelatinoasă comună, secretată de acestea, sau înlănţuite de peretele celulei iniţiale. Se formează la genurile *Chroococcus, Merismopedia* ş.a. Şi filamentele sunt interpretate, deseori, ca cenobii filamentoase.

La speciile filamentoase, când celulele se divid într-un singur sens, se formează filamente neramificate, fără heterociste (*Oscillatoria*) sau ramificate, cu heterociste (*Nostoc, Anabaena*).

Heterocistele sunt celule mari, cu pereţi mai groşi, alcătuiţi din celuloză, în raport cu majoritatea celulelor vegetative mai mici ale filamentului numite homociste. De asemenea, în heterociste lipsesc pigmenţii (sunt celule incolore) şi incluziunile granulare. Singure, aceste celule au capacitatea de a fixa azotul molecular în compuşi organici, ceea ce permite acestor cianobacterii să supravieţuiască în medii sărace în azot. Prin porii canaliculelor fine din pereţii transversali, heterocistele aprovizionează cu substanţe azotoase întregul cenobiu.

Ramificaţiile false ale filamentelor coloniei se realizează atunci când din filamentul mamă ies, prin teaca de gelatină, fragmente ce se alungesc (*Tolypothrix, Scytonema*). Ramificaţiile autentice ale filamentelor se produc atunci când celulele nu se mai divid într-o singură direcţie ci în planuri diferite.

Din axa longitudinală se formează noi filamente, paralele cu aceasta, datorită divizării divergente a celulelor şi care păstrează în continuare acest tip de diviziune. La *Stigonema* ramificaţiile autentice cresc printr-o celulă apicală.

Sistematica
Încreng. *Cyanophyta* (*Cyanobacteriota*)
Cl. *Cyanophyceae*
Subcl. *Coccogoneae*
Subcl. *Hormogoneae*

Evoluţia în cadrul *Cyanophyceae*- lor a urmat calea de la forme unicelulare la cenobii cu puţine celule, apoi cu mai multe celule sau lanţuri scurte (Subcl. *Coccogoneae*). Treptele superioare de organizare sunt atinse în cadrul clasei *Hormogoneae* cu filamente lungi neramificate sau ramificate, cu celule diferenţiate structural şi funcţional, prin forme de rezistenţă şi de hrănire, care le fac mai adaptate la variate şi schimbătoare condiţii de mediu.

5.1. Clasa *CYANOPHYCEAE*

1.1. Subclasa *COCCOGONEAE*

Coccogoneae- le sunt unicelulare dar formează şi cenobii sferice sau în formă de lanţ, cu puţine până la mai multe celule. Lanţurile cu mai puţine celule nu cresc niciodată la filamente lungi.

Subclasa cuprinde câteva ordine: *Chroococcales, Chamaesiphonales, Pleurocapsales.*

1.1. Ordinul *CHROOCOCCALES*

Ordinul cuprinde forme unicelulare sau cenobii. Înmulţirea se face prin diviziunea simplă a celulelor. Dacă celulele rezultate nu cresc la mărimea normală a celulei mamă se vorbeşte de înmulţirea prin nanocite.

Genul ***Microcystis*** formează cenobii sferice din mai multe celule, care se dezvoltă în planctonul bazinelor cu apă dulce şi poate duce la înflorirea apei. Acesta reprezintă principalul producător de substanţă organică şi o excelentă hrană pentru microfaună. *M. toxica* se dezvoltă în bazine din Africa de Sud şi este toxic pentru fauna acvatică.

Genurile ***Chroococcus şi Gloeocapsa***, formează cenobii sferice cu puţine celule (2, 4, 8). La *Chroococcus* (fig. 4-A) celulele fiice tinere sunt emisferice iar la *Gloeocapsa* sunt de formă ovală şi se află într-o masă gelatinoasă mai groasă. Speciile acestor două genuri apar pe stânci şi pereţi umezi şi sunt învelite în straturi de gelatină, care uneori este colorată aprins (roşu, galben, violet).

Cenobiile de ***Merismopedia*** (fig. 4-C) au forma plată, de plăcuţă şi se realizează prin diviziunea celulelor în două direcţii. Se întâlnesc în apa dulce dar şi marină.

Alte genuri: ***Aphanocapsa, Aphanotheca*** ş. a.

1.2. Ordinul *CHAMAESIPHONALES*

În acest ordin se află forme unicelulare sau filamente scurte neramificate, cu diferenţiere între bază (cu care stau fixate pe suport) şi vârf. Înmulţirea se face prin endospori şi exospori.

Genul ***Chamaesiphon*** încadrează specii răspândite în ape dulci.

1.3. Ordinul *PLEUROCAPSALES*

Acest ordin cuprinde forme unicelulare (*Dermocapsa*) (fig. 4-D) sau sub formă de filamente scurte, ramificate sau neramificate, care pot fi unite într-un fel de pseudoparenchim. Formează endospori.

1.2. Subclasa *HORMOGONEAE*

Speciile cuprinse în această subclasă reprezintă cianofitele evoluate. Se află numai ca forme filamentoase neramificate sau ramificate variat şi cu celule diferenţiate morfologic şi funcţional.

Subclasa încadrează ordinele: *Oscillatoriales, Nostocales* şi *Stigonematales*.

2.1. Ordinul *OSCILLATORIALES*

Acest ordin încadrează cianobacterii filamentoase homocite. Deoarece celulele se divid într-o singură direcţie, filamentele sunt neramificate, lipsesc heterocistele şi achinetele.

Genul ***Oscillatoria*** (fig. 4-M) încadrează mai multe specii care formează pelicule albastre-verzui pe pământ umed, obiecte din apă. Uneori peliculele sunt plutitoare la suprafaţa apelor dulci stătătoare. Filamentele execută o mişcare vibratorie (oscilatorie) care este însoţită de răsucirea filamentului în jurul axei sale urmată de o mişcare ascendentă. Înmulţirea se face prin hormogonii.

Genul ***Spirullina*** este o cianofită tot filamentoasă, însă firele sunt răsucite într-o spirală dreaptă. *S. platensis* conţine proteine până la 60-68% din masa uscată şi este utilizată din timpuri vechi în alimentaţie de către unele populaţii din Africa. În lacul Ciad se dezvoltă luxuriant la suprafaţa apei, este adunată de băştinaşi, care după ce o usucă la soare, fac din ea nişte turte alimentare. În numeroase ţări ale lumii (inclusiv România) această cianobacterie a fost luată în cultură pentru obţinerea proteinei, ca o alternativă la alimentaţia omenirii.

Alte genuri: ***Phormidium, Schizothrix, Plectonema, Lyngbia*** (fig. 4-K).

2.2. Ordinul *NOSTOCALES*

Ordinul încadrează cianobacterii filamentoase heterocitice neramificate, la care diviziunea celulelor decurge perpendicular pe axa longitudinală a celulelor şi astfel filamentul se alungeşte. Pe lângă homociste, în lungul filamentului se află şi celule diferenţiate, şi anume heterociste şi achinete. Înmulţirea se face prin hormogonii, care se despart de filament la nivelul heterocistelor. Sunt atât forme bentonice cât şi planctonice. Unele au capacitatea de a fixa azotul atmosferic.

Genul ***Nostoc*** (Cleiul pământului) formează cenobii într-o masă gelatinoasă, mici, microscopice, până la dimensiuni mari, de mărimea unei prune. În cenobii se află fire de celule ca mărgelele pe o aţă, spiralate sau împrăştiate radiar în centrul coloniei. În fire se află şi heterociste, de la care are loc desprinderea hormogoniilor. Hormogoniile au capacitatea de mişcare prin alunecare. După o perioadă de mişcare, hormogoniile dau naştere la un nou cenobiu sub formă de fire spiralate. Celulele se divid fie transversal fie longitudinal, formându-se fire din două rânduri sau fire în zig-zag, caracteristice pentru *Nostoc*. În uniunile celulare (cenobii) mai pot apărea şi spori, care se deosebesc puţin de celulele vegetative. *N. commune* (Cleiul pământului) (fig. 4-E) creşte pe sol. În condiţii de uscăciune apare sub formă de cruste albăstrui, iar după ploaie are aspect de masă gelatinoasă. *N. pruniforme* are uniuni celulare sferice, mari cât o prună. Se află în bazine acvatice din Europa de Nord şi este comestibil. De asemenea, comestibil este *N. flagelliforme*, sub formă de uniuni celulare filamentoase mucilaginoase, alcătuite din fire paralele. Creşte în pustiuri şi regiuni muntoase. Speciile de *Nostoc* au capacitatea de a fixa azotul atmosferic, mai ales ca simbionte din alcătuirea lichenilor.

Genurile ***Cylindrospermum, Aphanizomenon*** şi ***Anabaena*** cuprind specii planctonice. În filamente se află şi celule de rezistenţă (achinete).

La genul ***Rivularia,*** ale cărui specii trăiesc pe pietre sau pe plante de apă, există o diferenţiere structurală între baza şi vârful filamentului. La bază se află un heterocist, iar la vârf o celulă subţire, alungită, ca un fir lung (fig. 4-F, G).

La ***Tolypothrix*** şi ***Scytonema*** apar ramificaţii false ale filamentelor. Genul ***Calothrix*** prezintă filamente asimetrice în formă de bici. Acestea sunt îmbrăcate în mucilagii şi se pot ramifica fals. Alte genuri: ***Anabaenopsis, Aulosira, Gloeotrichia*** ş.a.

2.3. Ordinul *STIGONEMATALES*

Reprezentanţii acestui ordin sunt formele cele mai diferenţiate. Celulele se divid atât longitudinal cât şi transversal şi apar ramificaţii autentice ale filamentelor. În lungul filamentelor apar atât heterociste cât şi achinete. Înmulţirea are loc prin hormogonii.

La genul ***Stigonema*** (fig. 4-L) există diferenţiere între baza şi vârful filamentului. O celulă din vârf, prin diviziuni longitudinale şi transversale, dă naştere la mai multe filamente (ramificare multiserială). Filamentele, în mai multe serii, pot forma şi ramuri laterale.

Alte genuri: ***Fischerella, Hapalosiphon, Mastigocladus.***

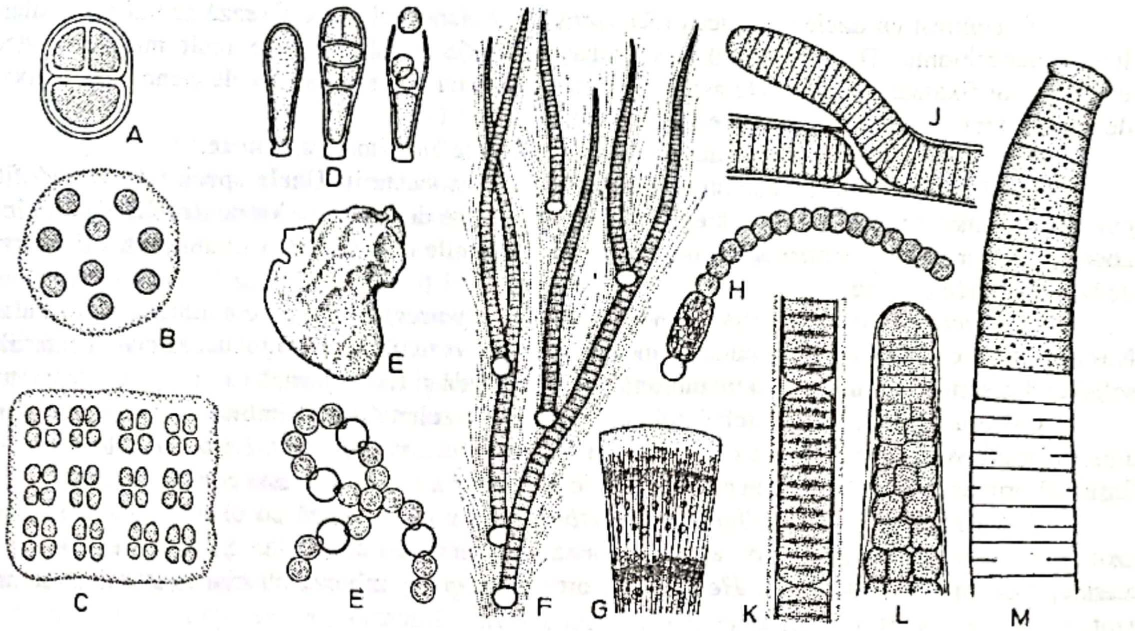


Fig. 4. *Cyanophyta*: A – *Chroococcus turgidus* (400x); B – *Aphanocapsa pulchra* (500x); C – *Merismopedia punctata* (600x); D – *Dermocarpa clavata* – cu endospori (450x); E – *Nostoc commune* (grupare compactă de celule); E – filament din celule cu patru heterociste (400x); F - *Rivularia polyotis* (200x); G – *Rivularia hematitis* – o secțiune transversală într-un depozit de celule cu stratificare anuală (15x); H – *Cylindrospermum stagnale* cu celule de rezistență și heterociste sferice aproape de capătul filamentului (500x); *J* – *Plectonema wollei*; K – *Lyngbia aestuarii* – formarea hormogoniilor: L – *Stigonema manillosum* – vârful filamentului (250x); M – *Oscillatoria princeps* – vârf de filament cu diferite stadii de divizare a celulelor (300x) (A, D, E, H, L- după Geitler; B- după Mägdefrau; C- după Smith; E', F- după Thuret; G- după Brehm; J, K- după Kirchner; M- după Gomont, din Strasburger, 1999)

Mediile de viață și răspândirea algelor albastre-verzui

Cianofitele sunt, cu cele aproximativ 2.000 de specii, răspândite peste tot. Ele populează terenuri pe care nu poate crește nici o altă formă de viață, ca de exemplu, pe insulele vulcanice primele viețuitoare sunt cianobacteriile. Majoritatea cresc în ape dulci și mai puține în ape marine. Ele pot să fie vizibile cu ochiul liber ca mase gelatinoase, învelișuri filamentoase, eflorescențe la suprafața apelor.

Pot trăi, pe lângă apa dulce unde predomină, și pe soluri umede până la aride, în izvoare fierbinți, pe stânci umede, scoarța copacilor. Se întâlnesc din nord (Arctica) până în sud (Antarctica). Deci, la unele dintre ele a avut loc o adaptare la viață în afara apei.

La mari oscilații de temperatură și de aprovizionare cu apă sunt expuse algele albastre-verzui, care trăiesc pe stâncile calcaroase, unde ele pot fi epilitice (la suprafața stâncii) sau endolitice (în crăpături de stânci). Și nu rareori, pe stânci se formează fâșii negre (fâșii de cerneală).

Unele specii endolitice pot dizolva calcarul, iar altele, (ca de exemplu *Rivularia*, *Schizothrix*) depozitează calcarul în tecile lor gelatinoase. Prin acumularea acestor alge în apa dulce se ajunge la formarea tufului calcaros. În zona mareelor din mările calde au loc depuneri în straturi succesive ale acestor alge și se formează stromatolitele. Stromatolite fosile au fost dovedite încă din Precambrian (cu circa 2 miliarde de ani în urmă) și astfel s-a presupus, că cianobacteriile erau foarte dezvoltate în această eră geologică și acopereau suprafața pământului. Primele procariote fosile au fost cianobacteriile și ele nu se deosebesc de cele actuale (stază morfologică).

Când cianobacteriile se dezvoltă mult, la suprafața apelor dulci sau sărate, pot duce la așa numitele înfloriri ale apelor (eflorescențe). *Oscillatoria rubescens* produce, în apele eutrofizate, o înflorire roșie și este cunoscută sub numele de „alga sângerie de Burgundia".

Alte specii ca *Microcysctis aeruginosa* și *Aphanizomenon flos-aquae* eliberează în ape, peptide otrăvitoare, care pot duce la moartea peștelui.

„Floarea de apă" de la *Spirulina platensis*, din lacurile sărate est-africane, reprezintă sursa de hrană pentru micile păsări flamingo, dar și pentru băștinași.

Înflorirea apelor semnifică o puternică eutrofizare a lor.

Unele specii ale genurilor *Nostoc*, *Anabaena* ș.a. pot fixa azotul molecular din atmosferă. În câmpurile mlăștinoase de orez, prin cianobacterii se leagă anual până la 500 Kg N_2/ha.

În contrast cu unele eubacterii (*Rhizobiaceae*), cianofitele care fixează azotul molecular sunt libere, nesimbionte. Deci, contribuția cianobacteriilor în ecosistem este mult mai mare decât a eubacteriilor fixatoare de azot. De asemenea, numărul genurilor şi speciilor de cianobacterii fixatoare de azot este mult mai mare decât al eubacteriilor.

Mai multe genuri de cianobacterii formează cu alte vieţuitoare simbioze.

Algele din alcătuirea lichenilor sunt, adesea, cianobacterii. Unele specii trăiesc endofitic în cavitățile țesuturilor unor plante. De exemplu, *Anabaena* pe dosul frunzelor de *Azolla*; *Nostoc*, în talul unor muşchi hepatici (*Blassia, Anthoceros* ş.a), în rădăcinile de la *Cycas* (gimnosperm) şi în rizomul de la *Gunnera* (angiospermă).

Ciuperca inferioară *Geosiphon pyriforme* (*Zygomycetes*) formează o simbioză intracelulară cu Nostoc. Ciuperca trăieşte în sol, unde formează un fel de vezicule, care fagocitează cianobacteriile din sol. Acestea sunt înconjurate de o membrană a celulei gazdă şi funcţionează ca nişte plastide capturate.

Calcarul, care formează scheletul coralilor, este rezultatul unei simbioze dintre corali şi unele alge eucariote verzi, dar şi dintre corali cu cianobacterii fixatoare de azot. La unele celenterate hrana furnizată prin aceste simbioze este aşa de abundentă încât gura polipului este complet redusă.

O diatomee bentonică (*Rhopalodia gibba*) trăieşte în simbioză cu cianobacterii fixatoare de azot şi de aceea nu are nevoie de azotul din compuşii minerali ai solului. Şi diatomele planctonice marine, precum ***Rhizosolenia*** şi ***Hemiaulus***, profită de endosimbioza cu cianobacterii fixatoare de azot.

În toate aceste simbioze, cianobacteriile contribuie la aprovizionarea cu compuşi de azot a partenerului.

6. Încrengătura *PROCHLOROPHYTA* (= *Prochlorobacteriota*)

Încadrează alge unicelulare care trăiesc în simbioză cu ascidiile marine (teci de mare). Acestora le lipseşte ficobilina, dar prezintă clorofila *a* şi *b* (ca algele verzi – *Chlorophyta*) însă, în construcția celulară sunt procariote: lipsesc nucleii, pereții celulari constau din mureină etc. În cultură se înmulțesc autonom. Şi formele de apă dulce, filamentoase, care trăiesc liber, aparțin, pe baza caracterelor concordante, tot aici, la *Prochlorophyta*.

CAPITOLUL 6
SUPRAREGNUM EUCARYOTA

III Regnum *EUCARYA*
1. Caracterizare generală

Sunt cele mai numeroase organisme care trăiesc în prezent, atât ca număr de specii cât şi ca masă organică. În această grupă, în afara procariotelor, sunt încadrate toate celelalte vieţuitoare, inclusiv omul. Domeniul eucariotelor îl împărţim aici în următoarele trepte de organizare, respectiv tipuri de organizare: mixomicete – ciuperci – licheni – alge eucariote – plante muşchi – plante vasculare.

Celula eucariotă (eucit) se caracterizează prin prezenţa unui nucleu adevărat, delimitat de citoplasmă printr-o membrană dublă, înzestrată cu pori.

Nucleul (şi implicit celula) prezintă două feluri de diviziuni: mitoză, în urma căreia rezultă două celule fiice cu acelaşi număr de cromozomi şi meioză (diviziune reducţională), în urma căreia rezultă patru celule haploide, deci, are loc schimbarea fazei nucleului de la diploid la haploid.

Altă caracteristică a celulei eucariote, în raport cu cea procariotă, o reprezintă diversitatea structurală. În celulă se află mai multe organite (organele): RE, dictiozomi, mitocondrii, microbodii, etc. Microbodiile conţin enzima catalază, care reduce apa oxigenată (H_2O_2), toxică pentru celule, la apă (H_2O) şi oxigen. Pentru plantele eucariote fotoautotrofe, ca organite celulare sunt caracteristice cloroplastele, învelite în două până la patru membrane. Celulele eucariote cu flageli pot fi atât în stare vegetativă cât şi ca zoospori sau gameţi. Flagelii au o structură constantă, deosebită de cei de la procariote. Flagelul este alcătuit dintr-un corp bazal şi o axonemă. Axonema filamentoasă prezintă la microscopul electronic doi tubuli centrali simpli, înconjuraţi de 9 perechi de tubuli periferici.

Peretele celular, în măsura în care se află, este alcătuit dintr-o împletitură de macromolecule de celuloză, chitină ş.a., care sunt ţinute laolaltă prin valenţe secundare.

Între procariote şi eucariote există o prăpastie adâncă. Secvenţele enzimoproteinelor egal funcţionale, concordă, într-o mică măsură, mai puţin decât între reprezentanţii uneia din aceste două grupe. Ca de exemplu, elementele lanţului citocromului C, la bacterii şi eucariote, sunt ocupate cu 60% aminoacizi diferiţi, între om şi planta de grâu cu 45%, între mamifere şi păsări 12 %, iar între om şi cimpanzeu 0%.

Apariţia celulei eucariote şi formarea de organite delimitate de biomembrane (endomembrane) este interpretată prin teoria endosimbionţilor (L. Margulis, 1971), adică includerea succesivă şi progresivă de simbionţi în eucitele primitive. Astfel, eucitele au apărut polifiletic.

Timpul pentru apariţia şi împărţirea istorico-genealogică a eucariotelor se prezintă astfel:

1. Cele mai vechi unicelulare din Arhaic (înainte cu peste 3,4 miliarde de ani) au o mărime de 5 µ, corespunzător cu dimensiunile procariotelor actuale.
2. În urmă cu circa 1,4 miliarde de ani au început să predomine celulele mai mari, până la 13 µ, asemănătoare cu cele ale eucariotelor actuale.
3. Separarea procariotelor de eucariote ar fi putut, astfel, avea loc înainte cu circa 2 miliarde de ani.
4. Disjuncţia între plante şi animale a avut loc abia cu 1,1 miliarde de ani în urmă.

Evoluţia în continuare a eucariotelor a urmat calea progresivei diversităţi şi complexităţi structurale şi funcţionale, divizarea muncii organelor şi adaptarea la diferite strategii de hrănire şi ocupare a spaţiilor de viaţă.

Au apărut astfel trepte de dezvoltare şi tipuri de dezvoltare. Acestea ultime nu trebuie interpretate drept comunităţi de descendenţă. Exemplu, tipul de organizare al lichenilor, care se dezvoltă în moduri variate şi independent unele de altele, prin simbioza diferitelor ciuperci cu alge autotrofe variate.

Grupul mare al ciupercilor nu reprezintă o grupă unitară filogenetic ci mai degarbă o formă de adaptare convergentă la modul de viaţă heterotrof. La fel şi pentru liniile timpurii de apariţie şi dezvoltare ale algelor eucariote, cel puţin cu privire la endosimbionţii fotoautrotrofi, incluşi, succesiv şi independent, în eucitul primordial.

Deci, în lumea vie a predominant polifiletismul şi nu monofiletismul.

2. Talul şi cormul

2.1. Generalităţi

Dezvoltarea istorico-genealogică în regnul vegetal, ca de altfel şi în cel animal, s-a desfăşurat de la forme simple, mai primitiv construite, la forme din ce în ce mai complex construite.

La început au fost formele unicelulare. Trecerea la pluricelulare s-a desfăşurat, din punct de vedere istorico-evolutiv, parcurgând mai multe etape, caracterizate prin apariţia şi accentuarea unei diferenţieri morfo-funcţionale a celulelor, care a culminat cu formarea ţesuturilor.

Astfel, la unele procariote (cianofite) s-au format uniuni celulare simple, cu o neînsemnată diferenţiere între celule, apoi cenobiile.

La algele eucariote, formele premergătoare pluricelularităţii au fost cenobiile, uniunile de agregare şi coloniile de celule.

Cenobiile reprezintă uniuni celulare temporare, puţin compacte, în care celulele sunt ţinute împreună prin alipirea pereţilor celulari şi o masă gelatinoasă comună. În cenobii, de regulă generală, celulele nu se înmulţesc, numărul lor este determinat de la început.

Uniunile de agregare sunt asocieri de mai lungă durată între celule, care iniţial au fost mobile şi independente, ca în cazul unor procariote (mixobacteriile) sau mixomicete (ca *Dictyostelium discoideum*), la care mixamoebele se alătură fără a se contopi.

Coloniile celulare reprezintă asocieri de puţine până la numeroase celule, care provin, prin diviziuni succesive, de la o celulă mamă iniţială. Celulele rămân laolaltă datorită legăturilor dintre acestea prin plasmodesme. Exemplul, devenit clasic, este cel de la *Volvox*, cu colonii de mii de celule, la care diferenţierea morfo-funcţională între celule este frapantă.

O formă deosebită de organizare a corpului vegetativ de la unele mixomicete este plasmodiul. Astfel, la *Physarum polycephalum* plasmodiul (o masă citoplasmatică polienergidă) poate avea câţiva cm^2 şi peste un miliard de nuclei, care se târăsc împreună pe substraturi solide. Celule mari polienergide se întâlnesc şi la alge eucariote (*Vaucheria, Caulerpa*) dar şi la ciuperci *Oomycetae* şi *Zygomycetae*.

Se cunoaşte faptul că pluricelularitatea implică, în mod obligatoriu, interdependenţa şi diviziunea muncii între tipurile de celule, cu din ce în ce mai înaltă diferenţiere morfo-funcţională. Diferenţierea înseamnă, însă, specializare, adică o limitare a funcţiilor celulelor respective şi integrarea într-un tot nou: ţesutul. Legătura permanentă între celule în cadrul ţesuturilor se realizează atât prin plasmodesme cât şi prin cimentarea perţilor celulari prin lamela mijlocie, în compoziţia căreia rolul esenţial îl joacă pectatul de calciu. La unicelularele vechi, unele proteine puteau fixa calciul din mediul exterior, care apoi pătrundea în celule. Astfel de proteine fixatoare de calciu ar fi putut fi încorporate atât în structurile interne ale celulei cât şi în structurile de la suprafaţa pereţilor celulari.

Specializarea duce la apariţia a două grupe mari de celule: somatice şi germinative (de reproducere). Într-o anumită etapă a vieţii sale, organismul pluricelular pune în libertate celulele reproducătoare, prin care se asigură urmaşi şi în cele din urmă piere şi el. Chiar la alga verde *Volvox*, în interiorul coloniei mamă se formează mai multe colonii-fiice, la care, după ce acestea au fost puse în libertate, colonia mamă piere. Moartea naturală, din motive interne, fiziologice, şi formarea de cadavre, în toată lumea vie, este corelată cu diferenţierea celulară.

Diferenţierea morfo-funcţională a celulelor a dus la apariţia şi diversificarea ţesuturilor. Astfel, dacă la antofite (angiosperme) se pot deosebi în structura lor până la 70-80 feluri de celule, numărul la celelalte grupe de plante este mai mic: gimnosperme (60), pteridofite (50-60), briofite (40), ciuperci (20), alge eucariote (6-10), procariote (1-3) feluri de celule (vezi fig. 491).

Sub acest aspect al diferenţierii celulare şi tisulare, se vorbeşte în regnul vegetal de organizare simplă şi organizare complexă.

Pe fiecare treaptă de dezvoltare se află forme mai slab sau mai bine adaptate la un anumit mediu stabil de viaţă. Formele primitive au un grad scăzut de adaptare şi de plasticitate, încât sunt legate de anumite medii de viaţă înguste. Spre deosebire de acestea, formele mai dezvoltate şi mai diferenţiate au o mare plasticitate ecologică şi astfel pot coloniza medii mai vaste de viaţă.

Plantele inferioare şi anume algele eucariote, ciupercile şi plantele-muşchi depind de biotopuri umede sau de apă. Acestea nu posedă mecanisme de reglare ale pierderilor de apă în condiţii atmosferice schimbătoare. La o uscăciune îndelungată ele intră în anabioză (viaţă latentă), iar când condiţiile de viaţă devin favorabile îşi reiau viaţa activă. Astfel de organisme poartă numele de poikilohidre.

Plantele cu lăstari (pteridofitele şi spermatofitele) sunt mult mai independente de variaţiile atmosferice externe. Datorită unor inovaţii biochimice (lignina, cutina, suberina) şi histologice (epiderma cu stomatele, fasciculele vasculare) ele pot supravieţui activ în multe locuri stabile foarte uscate. Toate aceste întocmiri reprezintă mecanisme de reţinere şi de evitare a pierderilor de apă, datorită cărora aceste plante au cucerit aproape toată suprafaţa uscatului, cu excepţia zonelor polare şi reci. Aceste plante poartă numele de homeohidre.

2.2. Talofite şi cormofite

Lumea plantelor poate fi divizată în două mari grupe: protofite (unicelulare fotoautotrofe) şi metafite (pluricelulare fotoautotrofe în sens larg). În grupul mare şi eterogen al metafitelor se pot deosebi mai multe tipuri de organizare, aşa cum au fost prezentate mai sus. Această varietate de tipuri n-a putut fi înţeleasă încă de la început. De aceea, s-a încetăţenit în literatura botanică divizarea metafitelor în două mari grupe: talofite şi cormofite.

Numai cormofitele prezintă un tip de organizare unitar: axa lăstarului, frunze şi rădăcini şi origine unitară, pe o singură linie filetică, de la algele verzi superior organizate.

În schimb, talofitele, cu mai multe tipuri de aparat vegetativ, nu au o origine unitară, ci au derivat, independent unele de altele, pe mai multe linii filogenetice.

Noţiunile de protofite şi talofite nu cuprind unităţi filogenetice ci reprezintă noţiuni colective, care includ diversitate.

În noţiunea de tal, antitetică celei de corm, sunt incluse pluricelulare sau polienergide, dar care nu prezintă împărţirea vegetativă tipică cormului.

În grupa talofitelor sunt încadrate: algele eucariote extrem de variate, ciupercile, lichenii, muşchi cu corn şi hepatici.

Muşchi frunzoşi (frondoşi) ocupă o poziţie intermediară între talofite şi cormofite.

2.1. Talofitele

1.1. Organizarea talului la algele eucariote şi ciuperci inferioare

Taluri celulare şi taluri tubulare

Tendinţa filogenetică de a forma organisme din ce în ce mai mari la talofite s-a realizat în moduri diferite.

Astfel, calea aparent cea mai simplă şi anume mărirea unei singure celule monoenergide s-a dovedit o cale evolutivă închisă. Ca exemplu poate fi dată alga verde *Acetabularia mediterranea* (Alga umbrelă). Corpul, în formă de ciupercă cu pălărie, poate atige dimensiunea de 5 cm. Iniţial, în partea bazală a ei se află un „nucleu primar", care prin diviziuni ulterioare succesive poate da până la 10.000 de „nuclei secundari". Totuşi, mărirea celulei cu un nucleu nu se poate face la infinit, deoarece nucleul nu poate ţine pasul cu creşterea volumului celulei. Numărul porilor membranei nucleare rămâne neschimbat (circa 10.000) şi la creşterea suprafeţei celulei numărul porilor este prea mic. În afară de aceasta, distanţa intracelulară de transport a substanţelor genetice devine prea mare.

Acest impediment poate fi înlăturat prin formarea de celule mari polienergide. Întradevăr, celule mari polienergide se întâlnesc la unele grupe de alge eucariote (*Caulerpa, Bryopsis, Dasycladus, Botrydium, Vaucheria* ş.a.), ciuperci (*Chytridiomycetes, Zygomycetes, Oomycota*), la care tipul de organizare este sifonal (tub celular cu citoplasmă şi numeroşi nuclei). Dar şi acestui mod de mărire a talului îi sunt opuse limite. De aceea, apare organizarea sifonocladală (tub lung, cu pereţi transversali, care delimitează mai multe celule polienergide). Pereţii longitudinali ai sifonului nu sunt suficient de rezistenţi pentru a face faţă şocurilor mecanice şi de aceea s-au format din loc în loc pereţi transversali.

Taluri pluricelulare

a. Organizarea trichală (talul filiform)

Reprezintă cea mai simplă formă de organizare a talului pluricelular la alge. Talul este filiform, lung, neramificat sau ramificat, alcătuit dintr-o înşiruire de celule haploide, unidimensională şi poartă numele de haplonema. Exemplul cel mai cunoscut este la *Spirogyra* (Alga şurub, Mătasea broaştei), la care talul este filiform, neramificat, alcătuit din celule echivalente, fără nici o diferenţiere şi nepolarizat. Alteori, ca la alga verde *Ulothrix*, apare o diferenţiere între celule şi talul este polarizat. Talul este filiform şi fixat la un capăt, de suport, printr-o celulă mai mare, veziculoasă, fără cromatofori, numită picior. Polaritatea talului se exprimă prin existența unei baze și a unui vârf, alcătuite din celule diferențiate structural și funcțional. Celula bazală nu se mai divide, în timp ce celulele din vârf se divid transversal prin fusurile de diviziune orientate în planul longitudinal al celulei. Astfel, talul se alungește.

Când în talul filiform, pe lângă diviziuni transversale ale celulelor, apar și alte feluri de diviziuni se ajunge la talul ramificat. În tal se pot deosebi ramuri principale și ramuri secundare de ordinul I, II, III ș.a.m.d.

Exemple de tal ramificat se pot da la algele roșii. La acestea tipul de tal este cel filiform. La multe alge roșii, însă, talul apare alcătuit dintr-un mare număr de sisteme filiforme, care formează macrostructuri regulate. Un fir separat de tal, în esență, are o creștere apicală dar se poate ramifica atât prin celulele de vârf și formează talul ramificat multiaxial („tipul fântână arteziană"), dar și subapical, când iau naștere verticile de filamente laterale provenite din firul central și se numește tal uniaxial („tipul filamentului central"). Filamentele celulare pot fi strâns împletite sau alipite între ele, alcătuind un țesut aparent numit pseudoparenchim. Alteori, împletitura de filamente este laxă și este numită plectenchim (ca la *Porphyra*). Celulele, în cadrul filamentelor, comunică între ele prin pori simpli.

b. Talul țesut

Cele mai înalte diferențieri structurale și funcționale în cadrul talului au fost atinse la algele brune și unele alge verzi (*Charophyta*).

Algele brune au talurile cele mai mari și cu cea mai lungă viață. Astfel, la *Laminaria* talurile pot ajunge la 5 m lungime. Ele sunt diferențiate în trei părți: rizoizi pluricelulari; cauloide – analoage axelor de la plantele vasculare; filoide – organe lățite, asimilatoare, analoage frunzelor. Diferențierii externe, morfologice, îi corespunde și o diferențiere internă, histologică, prin apariția unor structuri analoage țesuturilor, cum sunt cele de protecție, de depozitare, susținere etc.

În cauloide se întâlnesc așa numitele celule trompetă, alungite, cu rol structural și funcțional analog tuburilor ciuruite de la angiosperme. Porii de pe pereții transversali ai acestor celule trompetă, cu diametrul de până la 6μ, analogi plăcilor ciuruite de la angiosperme, sunt un exemplu de convergență.

Dimensiuni mai mari au talurile de la alte alge brune: *Macrocystis pyrifera* din Oc. Pacific și mări reci sudice (până la 50 m); *Nereocystis*, de pe coasta pacifică a SUA, talul acesteia având forma unui cablu lung de circa 25 m (după Bresinsky in Strasburger, 1999).

Un tal superior organizat se întâlnește la alga verde *Chara fragilis* (Alga candelabru). Acesta este împărțit în noduri și internoduri cu creștere în lungime printr-o celulă apicală. La fiecare nod se poate forma o ramură laterală sau mai multe în verticil, care, la rândul lor sunt împărțite în noduri și internoduri. La nodurile acestora se formează oogonii și spermatogonii.

1.2. Miceliul ciupercilor

Corpurile vegetative ale celor mai multe ciuperci și ale tuturor lichenilor sunt constituite din filamente celulare incolore denumite hife. Hifele au creștere exclusiv apicală, printr-o porțiune foarte scurtă a vârfului (de circa 20 μ lungime), în care peretele celular este foarte subțire.

Hifele ciupercilor cresc foarte repede, cu până la 1 mm/h. Prin această creștere rapidă și prin ramificări frecvente ia naștere în substrat sau pe substrat (sol, frunze sau ramuri în putrefacție, trunchiuri de lemn) miceliul. Acesta este alcătuit dintr-o împletitură laxă de hife, care realizează o suprafață de legătură cu substratul enormă. Deoarece pereții sunt subțiri, necutinizați, hifele sunt sensibile la uscăciune, dar sunt apte pentru a prelua, prin osmotrofie, substanțele dizolvate. De această însușire a hifelor profită foarte mult plantele vasculare (peste 90% dintre acestea), care se hrănesc prin simbioza rădăcinilor cu hifele ciupercilor (micoriza). Hifele ciupercilor, însă, pot absorbi din soluții și acumula în corpul lor și unii ioni toxici de metale grele (Cd) și radionuclizi, încât ciupercile comestibile pot deveni otrăvitoare pentru om.

La ciupercile inferioare miceliul este sifonal, cu hife polienergide neseptate, iar la cele superioare (ascomicete și basidiomicete) hifele sunt compartimentate prin pereți transversali (septuri) și formează miceliul septat. Prin porii din septe, situați central, cu un diametru de 50-500 nm, citoplasma circulă de la o celulă la alta în flux continuu, asigurând transportul nutrienților la corpurile sporifere, care se află la o oarecare distanță față de substrat.

De pe miceliu se formează corpurile sporifere, vizibile, cu viață scurtă, numite popular „bureți" sau „ciuperci". În acestea hifele se împletesc, mai mult sau mai puțin strâns, și formează talul împletit numit plectenchim. Nu se ajunge, totuşi, la diferenţierea ţesuturilor veritabile (de conducere, mecanice etc.). La corpurile sporifere perene, cu viaţă mai lungă, de pe trunchiurile arborilor, se află, în plus faţă de cele cu viaţă scurtă, hife schelet, alungite şi foarte ramificate, cu pereţi îngroşaţi şi hife de legătură, de asemenea, tari dar scurte.

1.3. Forme de organizare ale aparatului vegetativ la muşchii hepatici şi muşchii frunzoşi

Majoritatea plantelor-muşchi sunt locuitori ai uscatului, dar legate de locuri stabile umede. Acestea alcătuiesc o vegetaţie caracteristică în locuri umbroase şi umede, în păduri de munte umede datorită ploilor şi ceţii, în lungul cursurilor de apă, în mlaştini puţin adânci de câmpie precum şi în mlaştini din zonele înalte, în tundră. Mai puţine genuri şi specii au devenit în mod secundar acvatice (*Fontinalis antipyretica*, *Ricciocarpon sp.*, *Cratoneuron commutatus* ş.a.).

Dependenţa acestora de apa fluidă sau de umiditate se manifestă în moduri foarte variate. În primul rând, pentru fertilizare ei necesită apă lichidă, altfel, gameţii masculi flagelaţi n-ar putea ajunge la arhegonii unde se află oosferele. De asemenea, rizoizii uni- sau pluricelulari nu pot pătrunde în substrat decât câţiva mm, încât straturile de sol mai profunde cu apă permanentă sunt practic inaccesibile. Trebuie amintit şi faptul că în organele supraterane capacitatea de conducere a apei este redusă.

La muşchii hepatici inferiori, talul atinge un grad mai înalt de diferenţiere în raport cu algele. La unii dintre aceştia, talurile ţesut pluristratificate cresc plan pe suprafaţa substratului, printr-o celulă apicală bifacială. Ramificaţiile bifurcate, ce rezultă din aceasta, nu se formează prin dichotomie autentică precum la unele alge brune (*Dictyota dichotoma*), ci prin diviziunea neechivalentă a celulei apicale şi formarea din nou a unei a doua celule apicale, mai mică, lângă cea existentă.

La muşchii hepatici taloidici, cum este *Marchantia polymorpha* (Muşchiul de fântână), talurile bifurcate stau plan pe substrat, numai ansamblurile de anteridii şi arhegonii sunt situate în vârful unor tije verticale, lungi de câtiva cm, deasupra talului.

La muşchii hepatici folioşi nu se mai află un tal lobat aşezat plan, ci se formează tulpiniţe, care se ridică de la suprafaţa solului şi pe acestea se află frunzuliţe alcătuite dintr-un singur strat de celule şi fără nervură mediană.

Treapta superioară de organizare a corpului vegetativ este atinsă la muşchii frunzoşi (Musci frondosi). Aceştia prezintă riziozi, tulpiniţe şi frunzişoare. Tulpiniţele cresc prin celulele apicale trifaciale şi prezintă o diferenţiere histologică avansată. Se formează ţesuturi protectoare, parenchim al scoarţei şi un cordon conducător central, care se continuă în frunzuliţe cu o nervură mediană.

Organizarea corpului vegetativ al muşchilor frunzoşi imită pe cea a plantelor cu lăstari. În timpul dezvoltării lor ontogenetice se succed diferite tipuri de dezvoltare de la talofite. Astfel, din germinarea sporilor ia naştere haplonema (treapta de organizare trichală), care poartă numele de protonema (pregermene). Din muguraşii de pe acest filament (tal filamentos trichal) iau naştere gametofiţii haploizi, alcătuiţi din cele trei părţi: rizoizii (uni- sau pluricelulari), tulpinite simple (rareori ramificate) şi foarte mici; frunzuliţe cu o nervură. Din vârful tulpiniţelor se formează sporofiţii diploizi (embrion → sporogon) prin diviziuni succesive ale zigoţilor diploizi. La aceşti muşchi superiori, numai pe sporofiţi (sporogoane) se află stomate simple de tip „Mnium".

Între organele plantelor cu lăstari şi părţile componente ale corpului vegetativ ale muşchilor frunzoşi există numai o analogie formală. În primul caz acestea aparţin sporofitului diploid diversificat şi adaptat la variaţii ale condiţiilor mediului exterior, iar în cazul muşchilor frunzoşi, corpul vegetativ aparţine gametofitului haploid, fără diferenţiere avansată histologică şi dependent de modificările umidităţii din mediul extern.

De aceea, la talofite se încadrează numai muşchii taloidici (inferiori şi superiori) şi muşchii hepatici frunzoşi. Muşchii frunzoşi (frondoşi), ca plante terestre încadraţi la Embriofite (împreună cu plantele vasculare), sub raportul organizării corpului vegetativ ocupă o poziţie intermediară între talofite şi cormofite.

2.2. Cormofitele

La plantele vasculare: pteridofite şi spermatofite, în organizarea corpurilor de vegetaţie se poate recunoaşte un morfotip comun, care prin cele trei organe de bază: axa lăstarului, frunza şi rădăcina este desemnat drept corm. Cormofitele sunt plantele cu lăstari (lăstarul = axa + frunze). Totdeauna frunzele sunt derivate din axele lăstarilor, niciodată nu se pot forma pe rădăcini. De pe lăstari se pot forma rădăcini adventive, dar și de pe rădăcini se pot forma lăstari de rădăcină (drajoni). Floarea nu este un organ de bază, ci un lăstar scurt, cu creștere limitată, care posedă sporofile și care servește reproducerii.

Cormofitele (plante cu lăstari) (*Pteridophyta* și *Spermatophyta*) reprezintă grupa de plante cea mai tânără din punct de vedere istorico-evolutiv dar și cea mai dezvoltată. Între cormofite se află nu numai cele mai mari specimene dar și plantele cele mai înalt diferențiate celular și tisular. Acestea sunt plantele cele mai bine cunoscute dar și cele cu speciile cele mai numeroase și mai răspândite pe suprafața Terrei. De asemenea, între cormofite se află și plantele cu cea mai mare importanță economică.

3. Sistematica eucariotelor

Supraregnum *EUCARYOTA*
Regnum *EUCARYA*

A. GRUPE HETEROTROFE
- I. Tip de organizare: MIXOMICETE
  - 1. Încreng. *Acrasiomycota*
  - 2. Încreng. *Myxomycota*
  - 3. Încreng. *Plasmodiophoromycota*
- II. Tip de organizare: CIUPERCI (*Fungi*)
  - 4. Încreng. *Oomycota*
  - 5. Încreng. *Eumycota*

B. GRUPE AUTOTROFE
- III. Tip de organizare: LICHENI
- IV. Tip de organizare: ALGE EUCARIOTE
  - 1. Încreng. *Glaucophyta*
  - 2. Încreng. *Euglenophyta*
  - 3. Încreng. *Cryptophyta*
  - 4. Încreng. *Chlorarachniophyta*
  - 5. Încreng. *Dinophyta*
  - 6. Încreng. *Haptophyta*
  - 7. Încreng. *Heterokontophyta* (= *Chrysophyta*)
  - 8. Încreng. *Rhodophyta*
  - 9. Încreng. *Chlorophyta*
- V. Tip de organizare: EMBRIOFITE - Plante terestre (de uscat)
  - 1. Încreng. *Bryophyta*
  - 2. Încreng. *Pteridophyta*
  - 3. Încreng. *Spermatophyta*
    - Treapta de dezvoltare: *Gymnospermae*
    - Treapta de dezvoltare: *Angiospermae*

A. GRUPE HETEROTROFE

I. Tip de organizare: *MIXOMICETE*

(gr. myxa-mucozitate)

Mixomicetele încadrează 450 de specii, diverse după structură și modul de viață, dar totdeauna lipsite de pigmenți asimilatori și plastide. Sunt saprotrofe libere în sol, pe gunoi de grajd, resturi vegetale în descompunere etc., dar și epiparazite (pe alge acvatice, ciuperci, plante superioare acvatice și terestre) și endoparazite (în celulele rădăcinilor și tulpinilor plantelor spontane și cultivate).

Unele au dimensiuni microscopice, dar sunt și forme macroscopice de mai mulți centimetri în lungime.

Aparatul vegetativ poate fi o celulă amoeboidală uninucleară sau polinucleară, un plasmodiu (masă citoplasmatică cu mai mulți nuclei) sau un pseudoplasmodiu, adică o aglomerare de amoebe, care nu-și pierd încă autonomia, însă funcționează ca un intreg.

Caracteristica tuturor acestor forme de aparat vegetativ este lipsa peretelui celular, cel puțin în stadiul vegetativ. Au aspectul unei mase mucilaginoase (de unde derivă și denumirea lor) albicioasă sau viu colorată, stând pe substrat sau târându-se încet pe suprafața acestuia. Uneori se formează și un plasmodiu de fuziune polinuclear, prin contopirea mixamoebelor sau mixoflagelatelor.

Înmulțirea vegetativă la cele unicelulare amoeboidale se face prin diviziunea acestora. La cele cu plasmodiu în stare vegetativă, acesta se poate diviza în zoospori biflagelați.

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori, care se formează în corpuri sporifere specifice – sporocarpi (aceștia lipsesc la formele endoparazite).

Stadiile de reproducere au câte 2 flageli netezi dar de mărime inegală, mai rar un singur flagel.

Mixomicetele au unele caracteristici comune cu protozoarele, ceea ce i-a determinat pe unii cercetători să atașeze mixomicetele regnului animal sub numele de *Mycetozoa*.

Caracterele concordante cu protozoarele sunt: nutriție heterotrofă saprotrofă sau parazită, cele mai multe dintre ele (amoebele, plasmodiile) se hrănesc fagotrof, adică înglobează particule solide întregi (bacterii, spori de ciuperci, particule alimentare întregi) ca și animalele; stadiile amoeboidale intercalate în ciclul de viață ca la amoebe; lipsa pereților celulari, cel puțin în stadiile de viață vegetativă.

Totuși, prin cele mai multe însușiri și mai ales prezența corpurilor de fructificare – sporocarpi cu spori, se pot cu ușurință atașa la Ciuperci (ca grupe cu nutriție heterotrofă). Ele reprezintă o ramură distinctă a arborelui genealogic, desprinsă și dezvoltată independent în fazele timpurii de evoluție.

Sistematica. Tipul de organizare: Mixomicete cuprinde trei încrengături: *Acrasiomycota*, *Myxomycota* și *Plasmodiophoromycota*.

1. Încrengătura *ACRASIOMYCOTA*

Acrasiomycota încadrează câteva zeci de specii saprotrofe în sol, pe resturi vegetale în descompunere, pe gunoiul de grajd. Stadiul vegetativ este reprezentat prin amoebe mononucleare libere ce se hrănesc fagotrof și se înmulțesc prin diviziune. După epuizarea hranei, amoebele se adună împreună într-un loc, deplasându-se prin târâre, și formează un plasmodiu de agregare (pseudoplsmodiu). În acestă structură, amoebele nu-și pierd autonomia, se apropie fără să se contopească, deși în centrul plasmodiului sunt posibile legături plasmatice între celule. Amoebele se atrag reciproc chemotactic, prin substanța numită acrasin.

Stadiile flagelate lipsesc.

Plasmodiile de agregare (pseudoplasmodiile) pot să se deplaseze pe substrat prin târâre, ca în final să dea naștere la o formațiune sub formă de coloană. Și în acestă fază se păstreză individualitatea amoebelor cu un singur nucleu, deși încep diferențieri care duc la formarea corpului sporifer. Amoebele din partea centrală a corpului sporifer se înconjoară de un perete tare și formează pedunculul celular. Prin adăugarea în continuare de amoebe, pedunculul se alungește și devine columelă. Pe aceasta se târăsc amoebele și în partea superioară se formează o umflătură ca un căpșor. Celulele periferice se transformă în perete protector numit peridie, iar amoebele interioare se rotunjesc și devin spori haploizi (ciste). La eliberarea sporilor, celulele peridiei și ale columelei pier. Sporii au la exterior un perete celulozic.

La unele forme (*Polysphondylium*) a fost pusă în evidență, ca certă, reproducerea sexuată.

Specia cea mai cunoscută și cercetată este *Dictyostelium discoideum*. Se poate ușor cultiva pe infuzie de fân agarizată și se hrănește cu colibacili. Tot ciclul de dezvoltare durează 3-4 zile. Datorită acestor particularități este unul din cel mai perfecte obiecte de cercetări experimentale pentru elucidarea ontogenezei, a diferențierii sexuale etc.

2. Încrengătura *MYXOMYCOTA*

În această încrengătură sunt încadrate cele mai numeroase mixomicete – circa 400 specii saprotrofe, în păduri pe scoarța în putrefacție a arborilor, sub frunze căzute și alte resturi vegetale pe cale de descompunere.

Aparatul vegetativ al mixomicetelor este un plasmodiu cu nuclei diploizi. El se poate dezvolta din celule izolate, ai căror nuclei se divid succesiv prin mitoză, fără apariția pereților despărțitori. Alteori, formarea plasmodiului este precedată de procese sexuale, adică fuzionează mixamoebe sau mixoflagelate.

Pereții celulari, la celule din anumite stadii de viață, sunt constituite din galactozamină și celuloză.

Sistematica. Încrengătura se divide în două clase: *Myxomycetes* (cu mai multe ordine) și *Protosteliomycetes*.

2.1. Clasa *MYXOMYCETES*

Faza vegetativă (somatică) este un plasmodiu de fuziune cu numeroși nuclei diploizi, care se hrănește fagotrof. Dimensiunile plasmodiului variază de la câțiva mm la 15-20 cm (la *Fuligo, Brefeldia*).

Într-un anumit stadiu, plasmodiul migrează spre locuri luminate și se transformă în corpuri fructe (sporocarpi). Sporocarpii sunt lipsiți de perete pluricelular și uneori sunt numiți impropriu „sporangi". O parte a plasmei neconsumată se întărește în forme caracteristice și se numește hipotalus, care rămâne la baza sporocarpilor sau a etaliilor, iar partea cu nuclei, în urma meiozei, formează meiosporii haploizi. Aceștia prezintă un perete celular alcătuit din galactozamină (lipsește atât celuloza cât și chitina). Ca substanță de rezervă se formează glicogenul, ca în celulele animale.

Atât plasmodiile cât și sporocarpii, de multe ori, sunt intens colorați prin pigmenți, care derivă din cei ai ciupercilor.

Ciclul de viață. Sporii germinează în apă sau pe substrat umed. Ei își păstrează capacitatea germinativă timp îndelungat, uneori până la 70 de ani (dovedită prin probe de herbar).

Prin germinarea sporilor se pot forma mixamoebe fără perete celular, cu un nucleu, mobile amoeboid, sau mixoflagelate, mobile prin flageli.

Mixoflagelatele sunt prevăzute de obicei cu doi flageli inegali, uneori unul este redus până la dispariție. În acest al doilea caz, în celulă există al doilea blefaroplast, devenit însă nefuncțional. Prin pierderea flagelilor, acestea se pot transforma în mixamoebe. Acestea, ca și sporii, se înmulțesc prin diviziune.

Mixamoebele sau mixoflagelatele, printr-un proces sexual, se contopesc câte două și dau naștere la amoebozigoți și respectiv planozigoți (prevăzuți cu flageli). Mai întâi are loc plsmogamia, apoi cariogamia și se formează celule diploide. Acestea, prin diviziuni mitotice succesive ale nucleilor, dau naștere la plasmodii plurinucleare diploide, care la rândul lor reiau ciclul de viață (prin contopire). Plasmodiile nu au perete celular și sunt înconjurate de un înveliș mucilaginos. În plasmodii, plasma este într-o continuă mișcare. Nucleii se divid mitotic sincron în interiorul celulei și astfel se formează plasmodiul plurinuclear diploid.

Plasmodiile se dezvoltă în condiții de umiditate mare atât în mediul de viață (sol de pădure, paie, lemn putred, între plante, mușchi, în pământul de herbar) cât și în aer. Se hrănesc fagotrof cu bacterii, spori sau hife de ciuperci, nevertebrate mărunte, celule de drojdii etc. Acestea sunt înglobate în vacuole și digerate enzimatic.

În cultură, aceste mixomicete se mențin numai dacă li se oferă ca hrană microorganisme vii (bacterii). Când li s-au oferit ca hrană alge verzi unicelulare, acestea au fost înghițite dar n-au fost digerate. Plasmodiile devenite astfel verzi sunt active din punct de vedere fotosintetic și au fost numite *mixolichenes*. Algele verzi pot migra și în sporocarpi, dar endocitoza nu se mai menține.

Formarea corpului fruct sporocarp începe în condiții exogene insuficient elucidate (lumină, temperatură, pH, epuizarea substratului) dar și a unor factori endogeni declanșatori.

Când sunt întrunite aceste condiții, plasmodiile se târăsc de la umiditate spre lumină, se deshidratează puternic și se transformă în numeroași sporocarpi (cu mai mulți spori).

Sporocarpii sunt înveliți într-un perete impregnat cu carbonat de calciu și formează peridia. Prezintă și un peduncul, care se continuă în sporocarp și formează columela. Între spori se află un sistem de fibre sterile care alcătuiesc capilitium. Toate aceste structuri se formează din plasma nefolosită la formarea sporilor.

Plasma rămasă se scindează în jurul nucleilor și se formează spori, la început diploizi. În acești spori are loc meioza, se formează patru nuclei, trei dispar și numai unul dă naștere la un spor haploid (meiospor). Sporocarpii sunt pedunculați sau sesili.

La maturarea sporocarpului peridia crapă iar sporii sunt eliberați din scheletul capilițiului. Uneori, filamentele capilițiului, prin higroscopicitatea lor, favorizează eliberarea sporilor.

În ciclul de viață predomină faza diploidă reprezentată prin plasmodiu, corpurile fructe (sporocarpi) și sporii tineri, iar faza haploidă prin mixoflagelate, mixamoebe și sporii ajunși la maturare.

Sistematica. Cl. *Myxomycetes* se divide în câteva ordine, pe baza conformației diferite a corpurilor sporifere (sporocarpi): *Ceratomyxales, Liceales, Echinosteliales, Trichiales, Physarales. Stemonitales*.

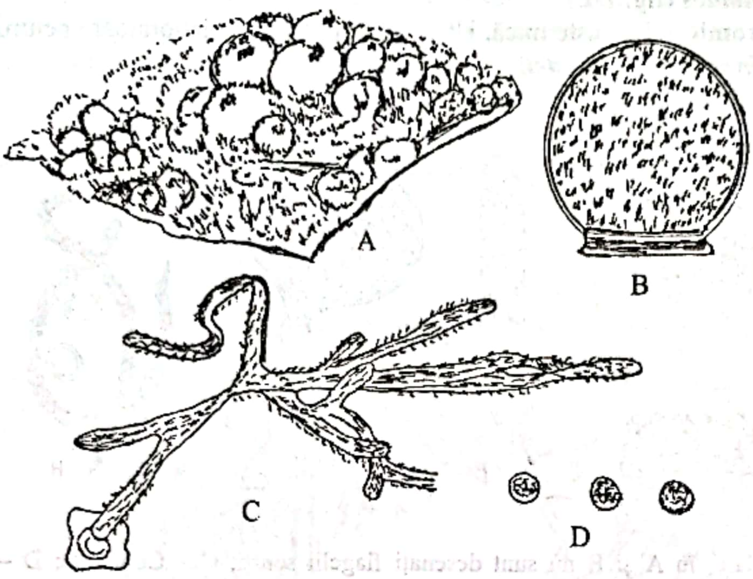


Fig. 5. *Lycogala epidendrum*: A – etalii; B – etaliu matur în secțiune; C – fibrele pseudocapilițiului; D – spori (după Sizova, din Gorlenko)

1.1. Ordinul *CERATOMYXALES*

Genul ***Ceratomyxa*** este bogat în forme saprotrofe pe lemn putred, cu largă răspândire. La acestea lipsesc corpurile sporifere. Sporii se află câte unul într-un sporocist izolat, iar mai mulți sporociști se află pe un anume substrat.

1.2. Ordinul *LICEALES*

În opoziție cu ordinul anterior, la acestea se formează corpuri sporifere, dar acestea sunt lipsite de columelă și capilițium. Ex. ***Lycogala epidendrum*** (fig. 5) frecvent întâlnită pe cioate și lemn putred; ***Cribraria rufa*** (fig. 7-G).

1.3. Ordinul *ECHINOSTELIALES*

Acestea au corpuri sporifere cu columelă.

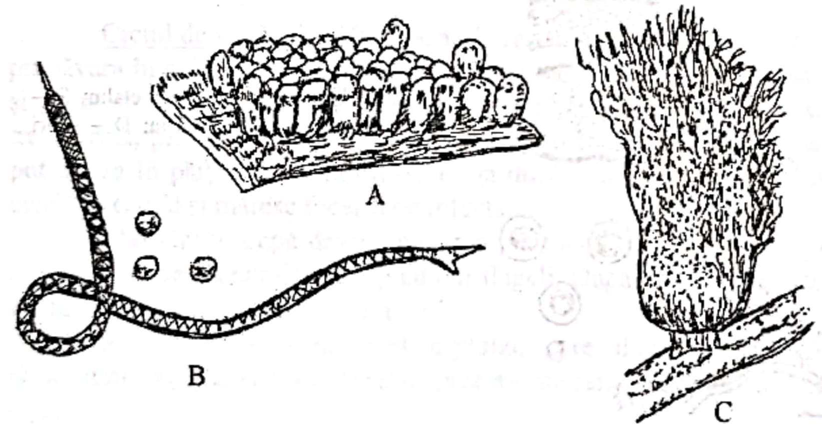


Fig. 6. Ord. *Trichiales* - *Trichia sp.*: A – grup de sporocarpi; B – un fir de capilițium și spori; C – sporocarp deschis (după Sizova, din Gorlenko)

1.4. Ordinul *TRICHIALES*

Au corpuri sporifere dar fără columelă, rar capilițium este prezent și constă din fibre care nu sunt fixate, ci libere, cu vârful ascuțit și îngroșări spiralate pe toată lungimea. Ele ajută la împrăștierea sporilor.

Trichia varia (fig. 6 și fig. 7-H) are sporocarpul cilindric sau oval cu înălțimea de 1-2 mm, de culoare galbenă. Sporocarpii sunt dispuși în grupuri dense.

1.5. Ordinul *PHYSARALES*

Sporocarpii au peridie și capilițium, pe care, deseori, sunt vizibile depuneri albe de calcar.

Fam. *Physaraceae. Fuligo septica* (Floarea de argăseală, Floarea tăbăcarilor) (fig. 8) – are plasmodiul mare (→ 20 cm) viu colorat în galben. Corpurile sporifere sunt grupate și formează etalii în formă de pernițe, cu lungimea până la 20 cm și grosime de 1,5 cm. Acestea sunt viu colorate, de la alb, galben până la roșu pal, uneori aproape cafenii. Peridia conține mult calcar și de aceea este foarte fragilă. Se desface în straturi și eliberează o masă de spori de culoare aproape neagră. ***Leocarpus fragilis*** (fig. 7-D).

1.6. Ordinul *STEMONITALES*

Plasmodiul este fin și transparent. Sporocarpii sunt mari (de 0,5-1 (2) cm) și se dezvoltă dintr-un hipotalus. Peridia nu conține calcar și dispare repede.

La ***Stemonitis fusca*** (fig. 7-F) capilițiumul formează la exterior o rețea închisă la culoare. La *Comatricha* capilițiumul este format din fibre libere la capete. ***Lamproderma*** posedă o peridie irizată metalic. La ***Brefeldia*** sporocarpul este mare, plat și format din numeroase sporociste cu câte un spor, alcătuind un etalium. ***Comatricha typhoides*** (fig. 7-E).

Însemnătatea practică a mixomicetelor este mică. Unele sunt utilizate în laboratoare pentru cercetări de fiziologie și biochimie (*Physarum, Dictyostelium*).

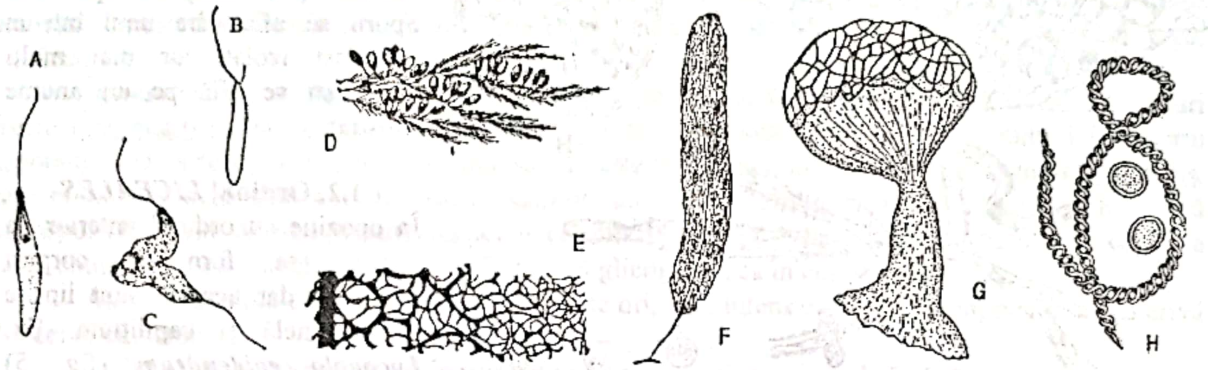


Fig. 7. *Myxomycota*: A-C – Myxoflagellate: în A și B nu sunt desenați flagelii scurți; C – Copulație; D – *Leocarpus fragilis* – numeroase corpuri-fructe pe mușchi; E – *Comatricha typhoides* – parte a capilitiului; F – *Stemonitis fusca* – corp-fruct; G – *Cribraria rufa* – corp-fruct; H – *Trichia varia* – fibră de capilitium cu spori (A- după Gilbert; B- după Stosch și Wettstein; C- după Elliot; D, E, F- după Schenck; G, H- după Lister din Strasburger, 1999

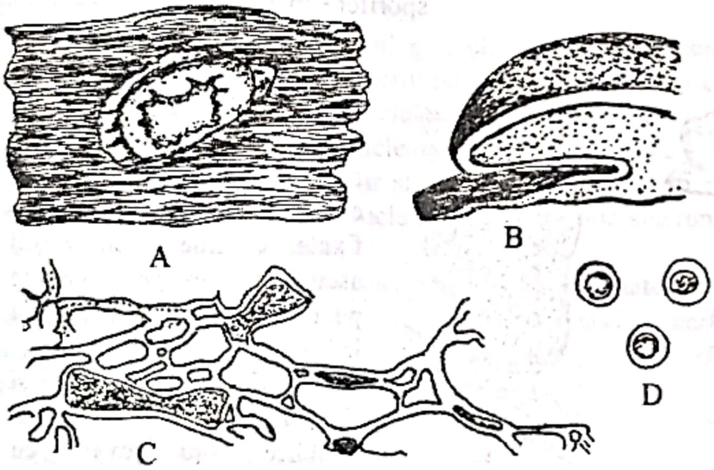


Fig. 8. *Fuligo septica*: A – etaliu; B – secțiune în etaliu; C – capilițiu; D – spori (după Sizova, din Gorenko)

2.2. Clasa *PROTOSTELIOMYCETES*

Speciile acestei clase prezintă, ca aparat vegetativ, plasmodiul haploid, de dimensiuni microscopice, care ia naștere fără procese sexuale premergătoare, direct din celule izolate prin diviziuni mitotice succesive ale nucleilor lor. Nu se află la acestea nici plasmodii de fuziune, nici plasmodii de agregare.

Sporocarpii sunt dispuși pe un peduncul subțire și din aceștia, provin exogen, câte unul până la 4 spori.

3. Încrengătura *PLASMODIOPHOROMYCOTA*

Speciile din această încrengătură se deosebesc de toate mixomicetele studiate până acum prin faptul că prezintă pereți celulari din chitină (ca ciupercile) și printr-o particularitate a diviziunii nucleului. În interiorul membranei nucleului, masele de cromatină se ordonează vertical pe ambele laturi ale nucleului, încât apare o figură în cruce.

Ele sunt endoparazite obligate, iar în ciclul de viață fazele mobile (zoosporii și gameții) sunt prevăzute cu doi flageli netezi, inegali ca lungime. De asemenea, în ciclul lor de dezvoltare apar plasmodii haploide și diploide.

Poziția sistematică este controversată. Prin viața lor endoparazitică și chitina din pereții celulari au fost considerate ciuperci. La ciuperci nu apar însă, niciodată spori cu doi flageli inegali și netezi cum se găsesc la *Myxomycetes*. Rămâne discutabilă și plasarea lor între mixomicete, ca urmași ai mixomicetelor deveniți endoparaziți, zoosporii cu doi flageli inegali dar cu plasmodii haploide și diploide (la mixomicete numai diploide, rar haploide la *Protosteliomycetes*).

Reprezentantul cel mai cunoscut al clasei este ***Plasmodiophora brassicae*** (fig. 9) (Agentul patogen al herniei verzei).

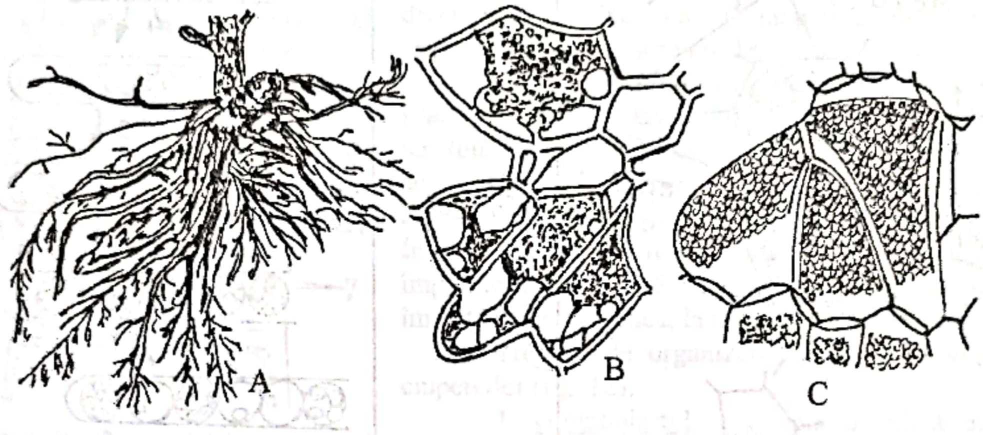


Fig. 9. *Plasmodiophora brassicae:* A – atacul pe rădăcinile de varză; B – plasmodiul intracelular; C – celulele gazdei cu sporii patogenului (după Sizova, din Gorlenko)

Ciclul de viață (fig. 10). Sporii de rezistență (de durată) care au iernat (hipnospori) germinează primăvara în sol ca zoospori haploizi cu doi flageli inegali. După retractarea flagelilor, devin amoebe și pătrund în rădăcinile plantelor tinere de varză. În interiorul celulelor rădăcinii, amoebele se transformă, prin diviziune mitotică a nucleilor, în plasmodii haploide cu mulți nuclei. Plasmodiile se pot diviza în părți cu mai mulți nuclei și după lizarea pereților celulari ai țesutului gazdă trec de la celulă la celulă și măresc focarul de infectare.

Mai târziu, după descompunerea plasmodiilor, iau naștere gametangii plurinucleare. Acestea se divid într-un număr de gameți cu doi flageli. După distrugerea țesutului gazdă, gameții devin liberi în sol și se contopesc doi câte doi.

Se formează planozigoți diploizi, care după pierderea flagelilor, pătrund în celulele rădăcinilor. Aceștia se transformă în protoplaste fără pereți celulari, cu mulți nuclei și devin plasmodii diploide.

Plantulele gazdă reacționează la acești paraziți prin formarea unei tumori numite hernia verzei (cancer al rădăcinilor). După meioză, din plasmodiile diploide se formează meiospori (spori haploizi). Aceștia se înconjoară cu pereți groși de supraviețuire și se numesc hipnospori (spori de repaus). Aceștia iernează în planta atacată și în primăvară, după distrugerea țesutului putred al rădăcinilor, ajung din nou în sol.

Zoosporii și gameții poartă apical doi flageli inegali ca lungime și fără cili vibratili. Trecerea de la plasmodiile haploide la cele diploide corespunde unei alternanțe de generații. Ciclul de viață nu este clar lămurit.

Genul ***Polymyxa*** are 60 de specii endoparazite obligate la plante vasculare, alge și ciuperci. La acestea produc umflături asemănătoare unor organe.

Retrospectivă asupra mixomicetelor

Există circa 600 specii de mixomicete cunoscute. Ele sunt așezate la baza dezvoltării istorico-evolutive a eucariotelor heterotrofe.

La mixomicete se întâlnesc caractere de primitivitate primară, derivând, probabil, de la flagelatele incolore (ca la *Protosteliomycetes* și *Myxomycetes*) sau de la amoebe (*Acrasiomycetes*).

Mixomicetele dețin în arborele genealogic o poziție izolată, nesigură (*Mycetozoa*).

La *Plasmodiophoromycetes* este discutabil dacă plasmodiul a apărut iniţial sau abia secundar, ca urmare a adaptării la modul de viaţă obligatoriu endoparazitic.

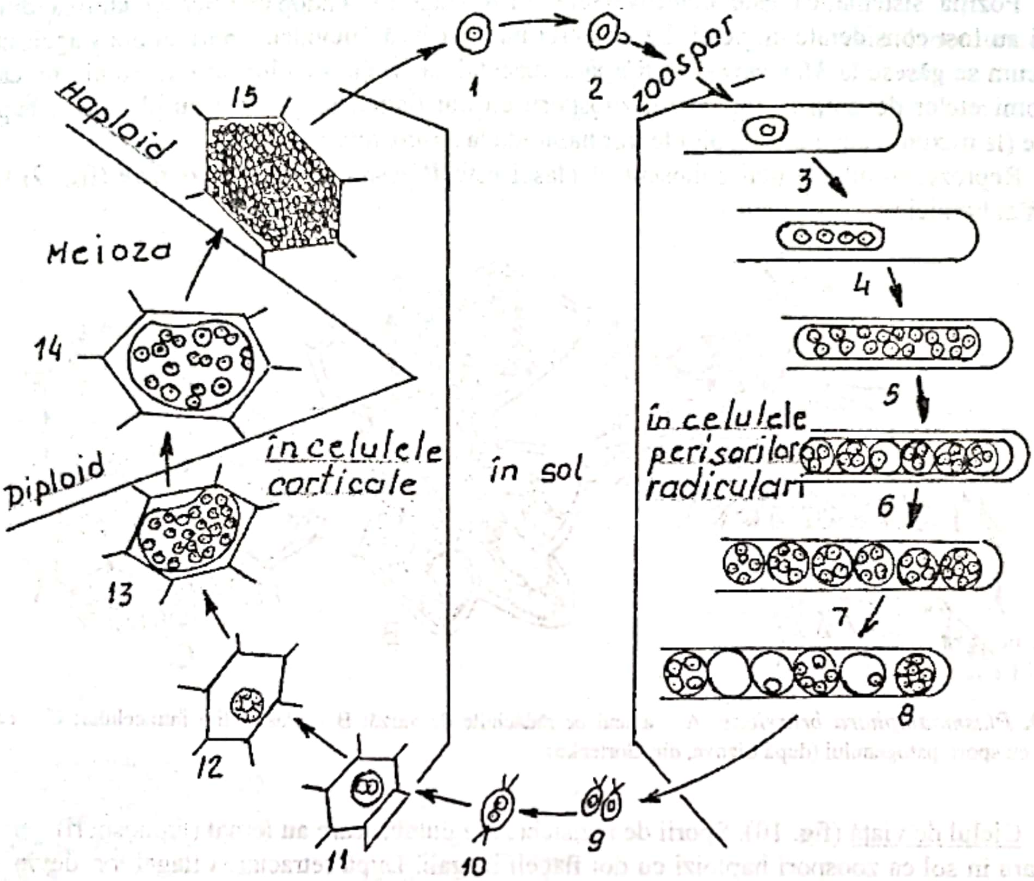


Fig. 10. Schema ipotetică a ciclului vital la *Plasmodiophora brassicae:* Stadiul primar: 1 – sporul; 2 – germinarea sporului; 3 – plasmodiul mononuclear primar în perişorul absorbant; 4 – mitoza sincronă a nucleelor plasmodiului primar; 5 – plasmodiul pluricelular primar; 6 – fragmentarea plasmodiului în zoosporangi; 7 – mitoza nucleilor zoosporangilor; 8 – fragmentarea citoplasmei în jurul nucleilor şi formarea zoosporilor mononucleari, care sunt eliberaţi prin por; 9 – zoospori liberi; 10 – plasmogamia între doi zoospori alăturaţi. Stadiul secundar: 11 – plasmodiul binuclear secundar; 12 – mitoza sincronă a nucleilor plasmodiului secundar; 13 – plasmodiul plurinuclear secundar; 14 – cariogamia în interiorul plasmodiului secundar; 15 – fragmentarea citoplasmei şi formarea sporilor de repaus (hipnospori) haploizi în urma meiozei (după Sizova, din Gorlenko)

II. Tip de organizare: CIUPERCI (= FUNGI)

Acest grup cuprinde încrengăturile 4 şi 5: *Oomycota* şi *Eumycota.*

A. Caractere generale

Ciupercile, într-un sens mai restrâns, ca şi mixomicetele, nu au în celulele lor cloroplastide. Ele trăiesc, ca saprotrofe sau parazite, pe sol sau în sol, în ape dulci şi mai rar în ape sărate.

Adesea, majoritatea saprotrofelor şi unele parazite, se pot cultiva pe medii nutritive potrivite. Ele sunt heterotrofe nu numai cu privire la sursa de carbon, unele dintre acestea şi referitor la sursa de azot şi la unele substanţe nutritive.

Ciupercile sunt organisme eucariote, care, deşi sunt tratate împreună cu plantele, ocupă o poziţie specială.

Celula (fig. 11) la majoritatea ciupercilor prezintă un perete exterior, alcătuit din chitină, glucani, manane şi rareori celuloză. Un loc aparte îl ocupă oomicetele, care au peretele celular alcătuit din celuloză şi glucani, lipsind chitina. Peretele celular al celulelor drojdiilor conţine puţină chitină, în schimb predomină mananele – polimeri ai manozei. La *Chytridiomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes* şi *Deuteromycetes* în peretele celular se află numai chitină şi glucani, lipsind cu desăvârşire celuloza.

În celulele ciupercilor se află ribozomi, mitocondrii, dictiozomi, RE, nuclei. Între peretele celulei şi plasmalemă se află lomazomii, cu rol în sinteza unor substanţe, în creşterea şi diferenţierea peretelui celular. Se află şi vacuole înconjurate de tonoplast.

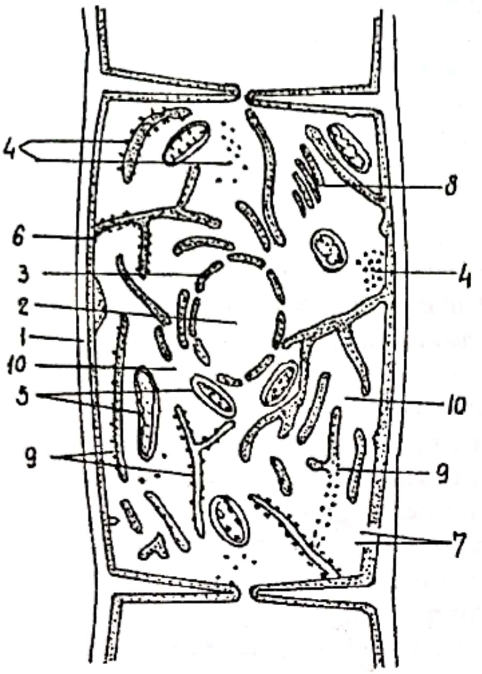


Fig. 11. Structura celulei la ciuperci (schemă): 1 – perete celular; 2 – nucleul; 3 – membrana nucleară; 4 – ribozomi; 5 - mitocondrii; 6 – membrana citoplasmatică (plasmalema); 7 – lomazomi; 8 – dictiozomi (aparatul Golgi); 9 – reticulul endoplsmatic (RE); 10 – citoplasma (după Sizova, din Gorlenko)

În celulele ciupercilor se află şi numeroase incluziuni: granule de glicogen (ca la animale), picături de lipide, iar în vacuole granule proteice şi volutină. Lipsesc plastidele. Nu se formează niciodată amidonul ca substanţă de rezervă.

La ciuperci, în opoziţie cu mixomicetele, nu se întâlneşte un tal amoeboid, fără perete rigid la exterior sau un plasmodiu. Aparatul lor vegetativ, mult mai diversificat, este înconjurat de un perete celular alcătuit din chitină, glucani şi foarte rar din celuloză.

Adesea, corpul vegetativ al ciupercilor este filamentos. Filamentul izolat al lor poartă numele de hifă, iar totalitatea hifelor de pe substrat sau din interiorul acestuia, care se hrănesc cu ajutorul haustorilor, deci în afara corpurilor de fructificaţie, poartă numele de miceliu. În corpurile fructe hifele nu mai sunt laxe ca în miceliu, ci împletite în moduri diferite, alcătuind plectenchimuri (tal împletit). De asemenea, la acestea lipsesc haustorii.

Treptele de organizare ale corpului vegetativ al ciupercilor (fig. 12):

1. Gimnoplastul reprezintă o celulă nudă, fără perete rigid la exterior. Este singurul tip de aparat vegetativ fără perete rigid şi se întâlneşte la genul *Olpidium*.

2. Rizomiceliul (miceliul rizoid). Are aspectul unei vezicule, cu un singur nucleu, din care pornesc prelungiri filamentoase, fără nucleu, asemănătoare cu rizoizii. Se află la genul *Rhizophydium*.

3. Miceliul lăstar. Este alcătuit din lanţuri de celule rezultate prin înmugurire, ca la drojdii (*Saccharomyces*). Aceasta are forma de picătură ± întinsă, în care celulele sunt slab legate una de alta.

4. Pseudomiceliu. În acest caz, celulele rezultate prin înmugurire rămân legate mai strâns între ele, într-o asociaţie în formă de lanţ ramificat.

5. Miceliu. Este aparatul vegetativ alcătuit din hife, care se extind la suprafaţa substratului sau pătrund în acesta, hrănindu-se prin intermediul haustorilor. Miceliul poate fi: primar haploid, alcătuit din celule mononucleare şi secundar dicariotic, alcătuit din celule cu nuclei perechi (dicarioni). În corpurile fruct (sporofori) hifele sunt lax sau strâns împletite, alcătuind plectenchimurile. Hifele au forma unor tuburi ± lungi, neîmpărţite în celule prin pereţi transversali (= septuri), când au aspect sifonal sau când sunt, în mod regulat, împărţite şi formează firişoare lungi, ramificate sau neramificate (aspect trichal).

Ciupercile cu aparatul vegetativ în formă de celule izolate sau hife neseptate au fost desemnate, în sistemele mai vechi de clasificare, ca *Phycomycetes* (Ciuperci alge). Acestora le-au fost opuse ciupercile superioare cu aparatul vegetativ alcătuit din hife septate (*Ascomycetes* şi *Basidiomycetes*). La ciupercile inferioare, septurile prezintă un por central, simplu, totdeauna deschis, care permite un flux continuu al plasmei şi nucleilor de la o celulă la alta. Porul, la ciupercile superioare, are o structură mai complexă şi poartă numele de dolipor.

Desemnarea ca *Phycomycetes* (phycos – algă) trebuie să fie limitată la ciuperci dovedite că sunt înrudite cu algele eucariote şi au descins din ele, respectiv oomicetele actuale.

Substanţele de rezervă din celulele ciupercilor sunt glicogenul şi grăsimile ca şi în celula animală. Nu se formează niciodată amidonul ca substanţă de rezervă.

Înmulţirea asexuată se realizează prin celule specializate pentru funcţia de înmulţire numite spori (fig. 13). Aceştia se pot forma endogen, în interiorul sporangilor sau exogen, pe filamente specializate ale miceliului numite conidiofori.

La ciupercile inferioare, primar acvatice, şi anume oomicete şi chitridiomicete, înmulţirea asexuată se realizează prin zoospori nuzi, mobili prin flageli.

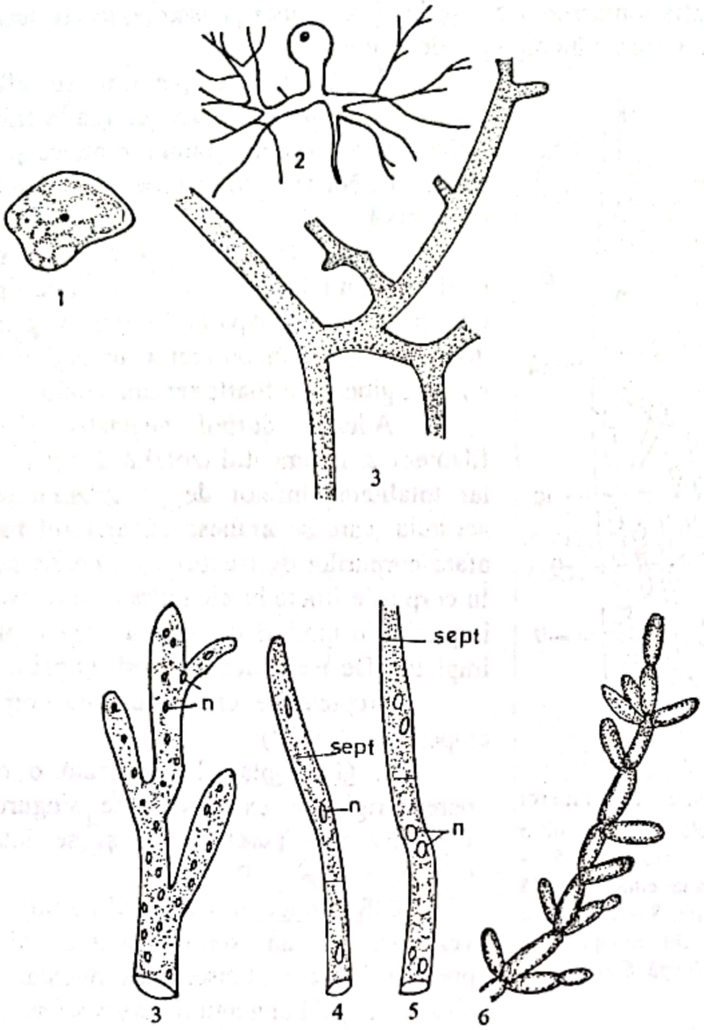


Fig. 12. Corpul vegetativ al ciupercilor: 1 – gimnoplast; 2 – rizomiceliu; 3 – sifonoplast; 4 - miceliu primar cu celule uninucleate; 5 – miceliu secundar dicariotic; 6 – miceliu lăstar (1-3- după Sidorova, din Gorlenko și 4-6- după Hodișan)

Numărul și amplasarea flagelilor pe zoospori pot fi diferite. Astfel, poate fi un singur flagel: nud posterior sau penat anterior sau doi flageli: nud și penat. Zoosporii se formează endogen în zoosporociste. La zigomicete, în sporociste se dezvoltă spori numiți sporangiospori. Sporocistele se formează în vârful unor hife specializate numite purtători de sporociste (sporangiofori), care se ridică la anumite distanțe deasupra substratului.

Datorită motilității lor, zoosporii se numesc planospori, iar sporangiosporii aplanospori. Organele producătoare de spori poartă numele de sporociste, lipsite de înveliș protector format din celule sterile, spre a le deosebi de sporangii plantelor inferioare terestre (briofite și pteridofite).

Sporii formați ca urmare a unor procese sexuale în urma meiozei, se numesc meiospori (ascosporii și bazidiosporii). Sporii formați fără procese sexuale, în urma mitozelor, se numesc mitospori (la ciupercile inferioare).

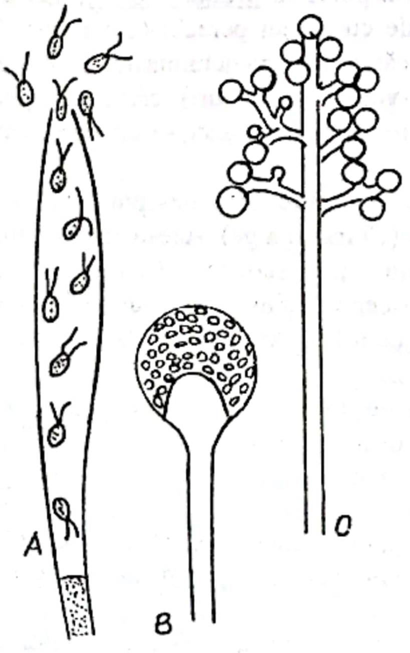


Fig. 13. Organele de înmulțire asexuată la ciuperci: A – zoosporocist cu zoospori; B – sporocist cu sporangiospori; C – conidiofori cu conidii (după Sidorova, din Gorlenko)

Conidiile, spre deosebire de sporii descriși anterior, sunt exospori, adică se formează exogen pe miceliu sau pe filamente specializate ale acestuia numite conidiofori. Înmulțirea prin conidii este caracteristică ascomicetelor, bazidiomicetelor și unor ciuperci inferioare. Conidioforii ciupercilor au structură diversă. Deseori, se observă gruparea lor în coremii, acervule sau formarea unor structuri semiînchise numite picnidii, în care se dezvoltă conidioforii cu conidiile.

La unele ciuperci, înmulțirea asexuată se realizează prin fragmente de conidiofori, numite oidii (la *Erysiphaceae*).

Înmulțirea vegetativă se poate realiza prin fragmente nespecializate de miceliu, prin înmugurirea celulelor (ca la drojdii).

Forme vegetative de rezistență la ciuperci sunt scleroții și rizomorfele.

Scleroții sunt asociații de hife, strâns împletite, tari, tuberculiforme, adaptate să reziste la condiții nefavorabile ale mediului. Deseori, scleroții prezință o scoarță externă alcătuită din celule cu pereții îngroșați și de culoare mai închisă datorită unor pigmenți melanici și o parte interioară, alcătuită din celule cu pereți subțiri și de culoare mai deschisă, în care se află substanțe de rezervă. Se află la multe grupe de ciuperci.

Rizomorfele au aspectul unor cordoane alungite, care imită forma unor rădăcini, alcătuite din hife împletite, uneori lungi de câțiva metri. Hifele straturilor externe au pereții îngroșați și capătă culoarea mai închisă, având funcția de protecție, iar cele interioare, cu pereții neîngroșați și cu funcție de conducere. Se întâlnesc la *Armillaria* (*Armillariella*) *mellea*, *Serpula lacrymans* ș.a.

În condiții nefavorabile și stromele, în care se află corpurile fructe (de la unele ascomicete), pot deveni forme vegetative de rezistență, alcătuite din hife miceliene întrețesute.

Reproducerea sexuată. Reproducerea sexuată (fig. 14) se întâlnește la toate grupele de ciuperci, cu excepția deuteromicetelor. Formele procesului sexuat sunt foarte diverse. Se împart în: gametogamia, gametangiogamia și somatogamia.

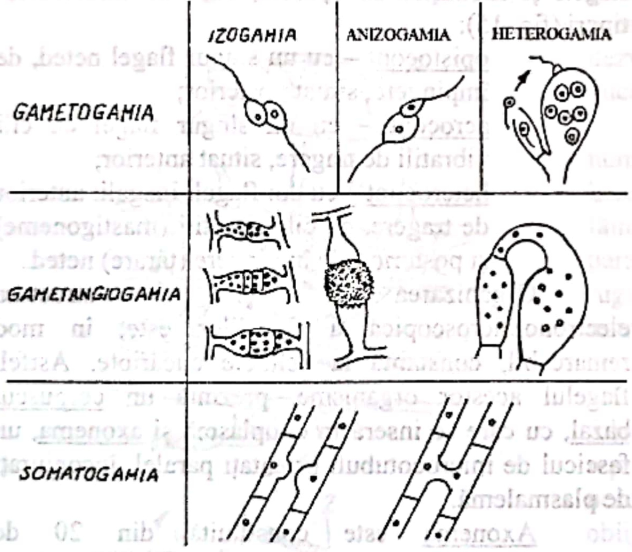


Fig. 14. Tipuri de proces sexuat la ciuperci (după Sidorova, din Gorlenko, modificat)

Gametogamia reprezintă contopirea celulelor specializate numite gameți. Aceștia se formează în organe specializate numite gametociști, fără înveliș protector, analogi cu sporociștii. Se întâlnește la grupele de ciuperci inferioare. Aceasta pote fi: izogamie, anizogamie și oogamie.

Izogamia constă în contopirea gameților de aceeași formă și dimensiuni, flagelați, dar deosebiți genetic (+ și -) (izogameți).

Anizogamia reprezintă contopirea gameților flagelați asemănători, dar de dimensiuni diferite (anizogameți). În oogamie (o treaptă superioară a heterogamiei) se contopesc celule mai mari, imobile, numite oosfere, care se formează în oogonii, cu celule mai mici, mobile, numite spermatozoizi, care iau naștere în spermatogonii.

Gametangiogamia reprezintă contopirea gametangilor întregi, fără a se diferenția gameții. Aceasta poate fi o gametangiogamie, când se contopesc între ei gametociștii ♂ și ♀ (ca la ascomicete și zigomicete) și o conidio-gametangiogamie (când se contopesc gameții respectiv conidiile cu gametangii întregi (la unele ciuperci superioare terestre).

Somatogamia reprezintă o formă superioară de reproducere sexuată, când nu se mai formează gameți sau gametociști, iar ca germeni sexuați funcționează celule vegetative nespecializate ale miceliului. Se întâlnește la bazidiomicete.

Gametangiile, numite, ca și la alge, gametociști, nu sunt niciodată înconjurate de un perete alcătuit din celule sterile, ca la plantele terestre. Gametociștii sunt ♂ și ♀, în care se formează gameții corespunzători.

Gametociștii ♂ sunt de două feluri: spermatogonii, în care se formează spermatozoizi mobili, flagelați și spermatangii, în care iau naștere spermatiile imobile neprevăzute cu flageli. Gametociștii ♀ pot fi oogonii și ascogoane.

La unele ciuperci (*Deuteromycetae* ş.a.) reproducerea sexuată nu este cunoscută sau a dispărut în decursul dezvoltării istorico-evolutive.

În general, la ciuperci, formele de fructificare pot fi: anamorfe şi teleomorfe. În cazul formelor de fructificare secundară anamorfă (gr. ana – inversat, diferit) (asexuată), părţi de aparat vegetativ, fără schimbarea fazei nucleului, dau naştere la germeni de înmulţire asexuată (mitospori, conidii etc.). În cazul formelor de fructificare principală teleomorfă (gr. telios – complet, sexuat) germenii iau naştere în urma unor procese sexuale de cariogamie şi schimbarea fazei nucleului.

Uneori, nu se formează gametangi (gametocişti) şi nici celule germinative. Atunci, nucleul mobil, donator, este definit ca masculin, iar cel receptor ca feminin.

După locul unde se formează celulele germinative, ciupercile pot fi dioice, când un miceliu este ori donator ori receptor de nuclei şi monoice, când fiecare miceliu se poate comporta atât ca donator cât şi ca receptor de nuclei. Perechea de noţiuni: ciuperci homotalice şi ciuperci heterotalice, folosite adesea pentru comportamentul la reproducere al ciupercilor, nu este acelaşi lucru cu termenii mai înainte folosiţi: monoic şi dioic. Ciupercile homotalice se formează în culturi din spori izolaţi, zigoţi sau corpuri sporifere, în timp ce pentru ciupercile heterotalice sunt necesare două micelii diferite (+ şi -) pentru inmulţire. La ciupercile monoice heterotalice, doi nuclei ai unui singur miceliu nu se pot contopi. Această incompatibilitate se datorează, din punct de vedere genetic, a cel puţin două alele (+ şi -) ale unui factor de încrucişare (se vobeşte în acest caz de incompatibilitate homogenică). La încrucişarea raselor genetice ale unei specii s-a dovedit o incompatibilitate heterogenică.

Ciupercile heterotalice formează spori + şi -, aceştia dau naştere la taluri + şi – pe care iau naştere gameţi + şi -. După fertilizare se formează zigotul şi din acesta corpurile sporifere.

Ciupercile homotalice provin din spori de un singur fel, care dau naştere la taluri de un singur fel. Pe acestea se formează gameţi ♂ şi ♀, apoi zigoţi şi din aceştia corpurile sporifere.

ZOOSPORII ŞI GAMEŢII, după tipurile de flageli şi modurile de aşezare, sunt de următoarele tipuri (fig. 15):

- opistocont – cu un singur flagel neted, de împingere, situat posterior;
- acrocont – cu un singur flagel cu cili vibratili de tragere, situat anterior;
- heterocont – cu doi flageli inegali: anterior de tragere, cu cili vibratili (mastigoneme) şi posterior, de împingere (târâre) neted.

Organizarea şi structura electronomicroscopică a flagelilor este, în mod remarcabil, constantă la celulele eucariote. Astfel, flagelul acestor organisme, prezintă un corpuscul bazal, cu care se inseră în citoplasmă şi axonema, un fascicul de microcotubuli orientaţi paralel, înconjuraţi de plasmalemă.

Axonema este constituită din 20 de microtubuli grupaţi astfel: 9 perechi periferice, în alcătuirea cărora intră proteine amorfe şi o pereche de tubuli centrali, alcătuiţi din proteine contractile.

Flagelii la ciuperci sunt, adesea, acoperiţi cu producţii particulare: solzi sau cili vibratili (mastigoneme).

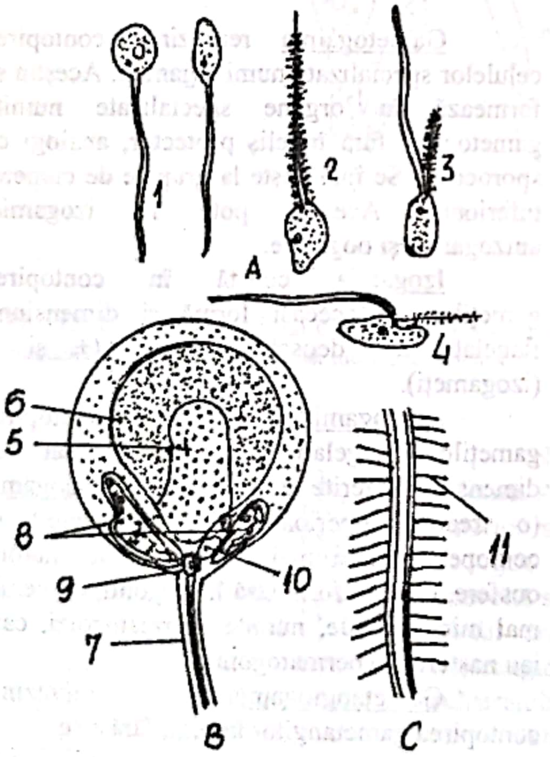


Fig. 15. Structura zoosporilor la ciuperci: A – moduri de aranjare a flagelilor: 1 – flagel posterior neted; 2 – flagel anterior penat; 3-4 – zoospori cu doi flegeli: unul penat şi unul nud, în formă de bici dispuşi apical sau lateral. B – ultrastructura zoosporului la *Blastocladiella*: 5 – nucleul; 6 – căpăcelul nuclear; 7 – flagelul; 8 – mitocondrie; 9 – kinetozomul; 10 – centrosomul. C – structura flagelului penat; 11 – mastigoneme (după Sidorova, din Gorlenko)

Nutriţia, modurile de viaţă şi răspândirea ciupercilor

Ciupercile, ca organisme heterotrofe, au nevoie pentru nutriţia lor de substanţe organice gata preparate. În natură ele găsesc aceste substanţe sub formă de resturi vegetale şi animale (pe care le consumă ca saprotrofe) sau sub formă de ţesuturi vii ale unor organisme pe care le parazitează.

A. Nutriţia saprotrofă este larg răspândită la multe grupe de ciuperci şi are o origine primară. Saprotrofele sunt puţin specializate, adică pot trăi şi se pot hrăni de pe variate substraturi. Saprotrofele elimină pe substrat exoenzime, care descompun compuşii macromoleculari (ca de exemplu celuloza, lignina, protidele) în monomeri, formă sub care sunt resorbiţi din soluţie de celula ciupercilor. Activitatea de descompunere a substratului, ciupercile o pot desfăşura şi într-un mediu uscat şi acid, deosebindu-se, astfel, de bacterii, care realizează descompunerea substratului în condiţii de umiditate atmosferică mai mare şi într-un mediu mai puţin acid.

Pe lângă unele substanţe anorganice, ciupercile au nevoie şi de o sursă de carbon, care poate fi alcătuită din glucide, grăsimi, proteine, acizi organici, alcooli dar şi ţiţei, parafină, benzol, naftalină ş.a. În natură, colaborează grupe întregi de organisme diferite, prin faptul că o specie preia deşeurile altora şi se hrăneşte cu ele, în timp ce eliminările ei pot servi altor specii ca substrat nutritiv sau drept combustibil pentru transformările ce furnizează energie în chemosinteză (de exemplu NH_3, H_2S etc.).

Există şi grupe saprotrofe îngust specializate, cum sunt coprofilele şi cheratinofilele. Aceste grupe de ciuperci sunt lipsite de capacitate competitivă şi de aceea se refugiază în nişe ecologice înguste, inaccesibile pentru alte organisme, cu care ar deveni concurente pentru hrană.

B. Nutriţia parazită (fig. 16), în raport cu cea saprotrofă, este secundară şi reprezintă una dintre căile de specializare ale ciupercilor. Ciupercile parazite recente se află pe diferite trepte ale evoluţiei, de la paraziţii facultativi la cei obligaţi, înalt specializaţi.

Paraziţii facultativi, de regulă generală, îşi încep dezvoltarea ca saprotrofi, însă pot parazita plante slăbite vegetativ sau trăiesc pe părţi nevegetative ale acestora, cum ar fi fructele etc. Tot în această grupă se incadrează şi ciupercile care se dezvoltă ca parazite, însă în anumite condiţii îşi pot duce existenţa ca saprotrofi.

Paraziţii obligaţi (adevăraţi) se dezvoltă numai pe organisme vii: plante, animale şi om. Unele grupe, cum sunt ciupercile care produc făinările, nu se pot cultiva pe medii artificiale. Alţi paraziţi obligaţi, cum sunt ciupercile care produc ruginile, pot fi cultivaţi ca saprotrofi pe medii nutritive artificiale şi pot ajunge şi la sporulare. În condiţii naturale, însă, trăiesc ca paraziţi pe ţesuturi vii, inaccesibile pentru concurenţi. Speciile parazite folosesc gazda ca suport, hrană şi pentru reproducere, deseori producând efecte nesemnificative asupra acesteia. Alte specii parazite obligate atacă puternic gazda producând boli şi poartă numele de patogene.

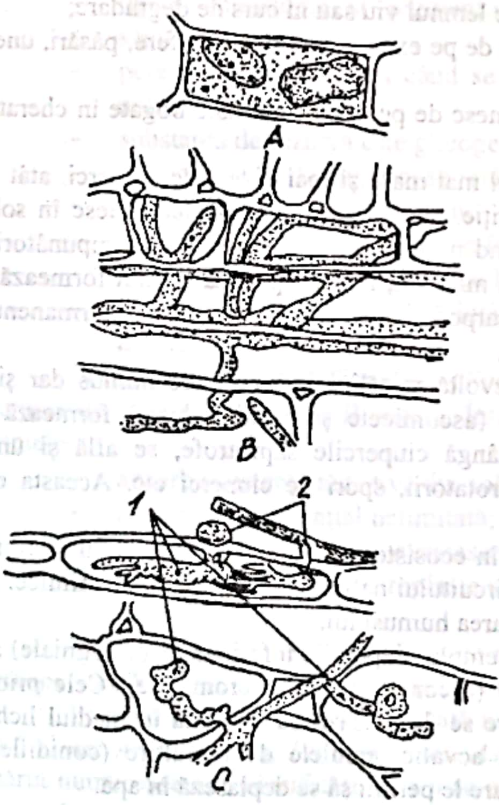


Fig. 16. Modurile de nutriţie la ciupercile parazite: A – corpul vegetativ al ciupercii hrănindu-se intracelular; B – miceliul intracelular fără haustori; C – miceliul intercelular, iar în celula gazdei haustorii: 1 – haustori; 2 – apresorii (după Sidorova, din Gorlenko)

Ciupercile parazite pot consuma ţesuturile gazdei în moduri diferite. Astfel, forma cea mai simplă de parazitism se află la ciuperci inferioare ca *Olpidium sp.*, *Synchitrium sp.* ş.a. La acestea şi altele, în mod secundar, a dispărut peretele celular şi aparatul vegetativ este un gimnoplast, care trăieşte şi se hrăneşte intracelular. Treapta următoare o reprezintă paraziţii slab specializaţi, la care miceliul se dezvoltă atât în spaţiile intercelulare cât şi intracelular, însă nu posedă structuri specializate pentru absorbţia substanţelor nutritive din celulă. Ciupercile înalt specializate, cele ce produc făinările, ruginile ş.a., se află pe treapta cea mai înaltă de dezvoltare a nutriţiei parazite. Miceliul lor se răspândeşte în spaţiile intercelulare, însă în celule pătrund numai haustorii, care absorb substanţele nutritive.

Prejudicii importante produc ciupercile patogene, care provoacă la plantele de cultură bolile numite micoze. Între acestea, produc îmbolnăviri şi pagube plantelor de cultură unele ciuperci inferioare din genurile *Olpidium, Phytophthora, Plasmopara* ş.a., ciupercile superioare din ord. *Uredinales* (care produc ruginile), din ord. *Ustilaginales* (care produc boli numite tăciuni), şi unele genuri dintre *Fungi Imperfecti*.

La animale sunt cunoscute micozele de la insecte, peşti dar şi de la mamifere şi om (în special boli ale pielii).

Prejudicierea gazdei se face mai întâi prin distrugerea unor ţesuturi vii (aşa numitele necroze) dar şi prin eliminarea în corpul gazdei a unor produse de metabolism otrăvitoare numite toxine.

Paraziţii se clasifică în următoarele grupe:

- necrotrofi, care mai întâi provoacă moartea gazdei şi apoi se hrănesc cu substanţele organice din aceasta;
- biotrofi distructivi, care se hrănesc cu ţesuturile vii ale gazdei pe care, până la urmă, o omoară;
- biotrofi echilibraţi sunt cei care se hrănesc timp îndelungat cu ţesuturile vii ale gazdei fără să provoace moartea acesteia.

Ca rezultat al adaptării la nutriţia în anumite condiţii de mediu şi pe anumite substraturi, s-au delimitat diferite grupe ecologice de ciuperci.

Grupele ecologice de ciuperci:

a. După mediul în care trăiesc:

- acvatice (în apă) şi pot fi saprotrofe cât şi parazite;
- tericole (pe sol).

b. După substratul de pe care se hrănesc:

- lignicole (xilofile) trăiesc şi se hrănesc de pe lemnul viu sau în curs de degradare;
- coprofile sunt cele care trăiesc şi se hrănesc de pe excremente de mamifere, păsări, uneori de şopârle etc.
- cheratinofile sunt cele care trăiesc şi se hrănesc de pe resturi animale bogate în cheratină (copite, coarne, unghii etc.).

Ciupercile tericole (de sol) reprezintă grupul cel mai mare şi mai divers de ciuperci, atât din punct de vedere taxonomic cât şi al modurilor de nutriţie. Ciupercile microscopice trăiesc în sol şi joacă rol ecologic foarte important în ecosisteme, făcând parte din grupa mare a descompunătorilor (destructori). Alt grup de ciuperci dezvoltă în sol numai miceliul, iar la suprafaţa solului formează, la înălţimi variate, corpurile fructe (sporifere) numite şi carpofori. Unele ciuperci trăiesc permanent în sol, altele îşi petrec în sol numai anumite stadii ale vieţii.

Cele mai numeroase specii de ciuperci îşi dezvoltă miceliul în stratul de humus dar şi în rizosfera plantelor terestre. Multe ciuperci superioare (ascomicete şi bazidiomicete) formează cu rădăcinile plantelor superioare micorize. În sol, pe lângă ciupercile saprotrofe, se află şi unele fagotrofe, care pot ingera bacterii, nematode, amibe, rotatorii, spori de ciuperci etc. Aceasta este nutriţia ingestivă (asemănătoare cu cea a animalelor).

Ciupercile de sol joacă un rol foarte important în ecosisteme ca descompunători ai resturilor organice (alături de bacterii şi mixomicete) şi redarea circuitului naturii a unor elemente chimice. Au rol, de asemenea, în procese de sinteză, care duc la formarea humusului.

Ciupercile acvatice pot fi primar acvatice (de exemplu ciupercile inferioare saprolegniale) sau secundar acvatice, cum sunt unele ciuperci superioare (ascomicete şi deuteromicete). Cele primar acvatice se înmulţesc prin zoospori (spori flagelaţi) care se deplasează cu uşurinţă în mediul lichid. Pentru ciupercile adaptate în mod secundar mediului acvatic, celulele de înmulţire (conidiile şi ascosporii) prezintă anumite excrescenţe pe pereţii lor, care le permit să se deplaseză în apă.

Ciupercile acvatice saprotrofe au un rol deosebit în formarea detritusului, prin descompunerea resturilor organice. Detritusul (particule de materie organică) reprezintă sursa de hrană pentru animalele detritivore (nevertebrate acvatice, peştii de detritus). La rândul lor, acestea sunt consumate de animale carnivore din bazine acvatice, încheind astfel lanţul trofic: detritus → detritivor → carnivor.

Ciupercile lignicole (xilofile) trăiesc pe lemn şi îl descompun. Acestea aparţin, de regulă generală, bazidiomicetelor dar şi asco- şi deuteromicetelor. Unele dintre acestea îşi încep dezvoltarea pe arbori vii ca paraziţi şi sfârşesc prin a deveni lignicole, ducând la descompunerea lemnului. Acestea din urmă elaborează un complex de exoenzime care hidrolizează substanțe mai greu de descompus (celuloza și lignina din lemn). Cele ce descompun celuloza provoacă „putregaiul brun” (sau distructiv) al lemnului, iar cele ce descompun lignina „putregaiul alb” (sau de coroziune) al lemnului.

Aceste grupe de ciuperci au rol foarte important în ecosisteme, deoarece descompun litiera, lemnul putred din păduri, redând circuitului natural unele elemente chimice (C, O, N etc.) Pe de altă parte, ele pot produce pagube importante lemnului neprelucrat sau celui din construcții și deci economiei unei țări.

O altă grupă importantă de ciuperci sunt cele care se dezvoltă pe hârtie, cărți, materiale industriale (textile, mase plastice) și obiecte confecționate din acestea, pe opere de artă, herbare, provocând pagube importante prin deprecierea sau distrugerea acestora.

Ciupercile reprezintă o verigă importantă în alcătuirea și funcționarea ecosistemelor. Alături de bacterii și mixomicete, ele alcătuiesc descompunătorii (reductorii) de materie organică, pe baza cărora se redau elementele chimice circuitului din natură. Fără descompunerea celulozei și ligninei de către ciuperci, majoritatea bacteriilor n-ar putea continua acțiunea de descompunere a acestor resturi vegetale.

Ciupercile participă la alcătuirea humusului, sintetizând diferiți compuși ciclici, printre care și polimeri de tipul melaninelor, cât și la procesele complexe de structurare a solurilor și de formare a podzolurilor.

B. Unele aspecte privitoare la încadrarea sistematică a ciupercilor în lumea vie

Fără îndoială, ciupercile reprezintă un grup heterogen și polifiletic de viețuitoare. Prin caracterele lor structurale și funcționale se apropie uneori de animale, alteori de plante, însă nu pot fi încadrate cu certitudine la nici una din aceste două grupe mari de viețuitoare.

Caractere comune cu animalele:

- lipsesc plastidele și pigmenții fotosintetizanți, încât, fungii au nutriție heterotrofă saprotrofă sau parazită;
- peretele celular, atunci când se află, este alcătuit preponderent din chitină (ca la unele animale și insecte);
- substanța de rezervă este glicogenul (ca la animale) și nu amidonul (ca la plante);
- la unele grupe de ciuperci se întâlnește și nutriția ingestivă;
- prezența urinei în metabolism;
- sinteza aminoacidului lizină se face pornind de la acidul aminodipinic (ca la animale) și nu de la acidul diaminopimelic (ca la plante);
- la unele grupe (oomicete) se întâlnește o alternanță de generații de tip diplontic (ca la toate animalele);

În mod convențional Ciupercile (*Fungi*) au fost și încă mai sunt încadrate la *Plantae* (ca și în lucrarea de față) și studiate la Botanică. Întradevăr, acestea prezintă o serie de caractere comune cu plantele:

- absorb substanțe nutritive din soluție (nutriție osmotrofă);
- au creșterea potențial nelimitată;
- alcătuirea celulei este cvasiasemănătoare cu a celulei vegetale, cu perete celular bine evidențiat, însă fără cloroplaste și pigmenți fotosintetizanți.

Sistematica acestui grup extrem de mare de viețuitoare (circa 1,5 milioane specii, dintre care aproape 70.000 sunt cunoscute) și polifiletic este extrem de diversă.

Pornind de la clasificarea utilizată în lucrările lui E. Gaümann, 1949 (Phyllum *MYCOPHYTA* cu 5 clase: *Archimycetes, Phycomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes* și Grup *Deuteromycetes*), au apărut numeroase alte clasificări, fără a se ajunge la o împărțire sistematică, unanim acceptată, ca să răspundă tuturor criteriilor utilizate în filogenie.

Se vor prezenta, în continuare, câteva dintre acestea.

J.A. von Arx, 1968; D.C. Zerov, 1972 divizează ciupercile în trei filumuri:

Phylum *OOMYCOTA* (*Saprolegniomycota*)
Phylum *CHYTRIDIOMYCOTA*
Phylum *EUMYCOTA*

H. Kreisel (1969) uneşte filumurile *Chytridiomycota* cu *Eumycota* şi prezintă următoarea clasificare:

- Phylum *OOMYCOTA*
- Phylum *EUMYCOTA*
  - Cl. *Chytridiomycetes*
  - Cl. *Zygomycetes*
  - Cl. *Ascomycetes*
  - Cl. *Basidiomycetes*

În aceste sisteme de clasificare, originea filogenetică a ciupercilor este oglindită în filumuri independente, corespunzătoare cu direcţiile de bază ale evoluţiei.

Alţi micologi recunosc un alt sistem de clasificare, propus de C.G. Ainsworth, S.A. Sussman (1965-1973), în care toate ciupercile, indiferent de originea lor, sunt unite într-un singur filum.

- Phylum *EUMYCOTA*
  - Subphylum *Mastigomycotina*
  - Subphylum *Zygomycotina*
  - Subphylum *Ascomycotina*
  - Subphylum *Basidiomycotina*
  - Subphylum *Deuteromycotina*

Acest sistem nu reflectă legăturile filogenetice şi nici originea şi evoluţia diferitelor grupe de ciuperci.

R. Heim (1969) propune o clasificare generală cu aşa numitele grupe fundamentale, în care ordinele se recunosc prin teminaţia *–ales*.

- *ACTINOMYCETES*
- *MYXOMYCETES*
  - Ord. *Plasmodiophorales*
  - Ord. *Myxogastrales*
  - Ord. *Acrasiales*
- *ARCHIMYCETES*
  - Ord. *Olpidiales*
  - Ord. *Synchytriales*
- *SIPHONOMYCETES*
  - *OOMYCETES*
    - Ord. *Saprolegniales*
    - Ord. *Peronosporales*
  - *ZYGOMYCETES*
    - Ord. *Mucorales*
    - Ord. *Entomophtorales*
- *ASCOMYCETES*
  - Hemi-*ASCOMYCETES*
    - Ord. *Endomycetales* (Levuri)
    - Ord. *Exoascales*
  - Eu-*ASCOMYCETES*
    - *PLECTOMYCETES*
      - Ord. *Plectascales*
        - Ord. *Perisporiales*
        - Ord. *Myrangiales*
    - *PYRENOMYCETES*
      - Ord. *Hypocreales*
      - Ord. *Shaeriales*
      - Ord. *Hysteriales*
      - Ord. *Dothideales*
      - Ord. *Hemisphaeriales*
    - *DISCOMYCETES*
      - Ord. *Discales* (*Pezizales*)
      - Ord. *Tuberales*
      - Ord. *Laboulbeniales*
- *BASIDIOMYCETES*
  - *HETEROBASIDIOMYCETES*
    - Ord. *Auriculariales*
    - Ord. *Uredinales*
    - Ord. *Ustilaginales*
    - Ord. *Tremellales*
    - Ord. *Protoclavariales*
  - *HOMOBASIDIOMYCETES*
    - *GASTEROMYCETES*
      - Ord. *Gasterales*
      - Ord. *Phallales*
    - *HYMENOMYCETES*
      - Ord. *Aphyllophorales*
      - Ord. *Agaricales*
      - Ord. *Asterosporales*
      - Ord. *Boletales*
- *ADELOMYCETES* (numai sub formă conidială)
  - Ord. *Hyphales*
  - Ord. *Melanconiales*
- FORMES STERILES (nu se cunoaşte nici un fel de element de fructificare)

W. Rothmaler (1994) utilizează o clasificare în care ciupercile = *Mycophyta* cuprind 3 filumuri. În mod surprinzător se menţine la filum terminaţia *–phyta* (ca la plante).

MYCOPHYTA

- Phylum MYXOMYCOTA
  - Cl. *Plasmodiophoromycetes*
  - Cl. *Myxomycetes*
    - Ord. *Acrasiales*
    - Ord. *Ceratiomyxales*
    - Ord. *Liceales*
    - Ord. *Trichiales*
    - Ord. *Physcrales*
    - Ord. *Stemonitales*
- Phylum *OOMYCOTA*
  - Cl. *Oomycetes*
    - Ord. *Saprolegniales*
    - Ord. *Leptomitales*
    - Ord. *Lagenidiales*
    - Ord. *Peronosporales*
- Phylum *EUMYCOTA*
  - Cl. *Chytridiomycetes*
    - Ord. *Chytridiales*
    - Ord. *Myxochytridiales*
  - Cl. *Endomycetes*
    - Ord. *Endomycetales*
    - Ord. *Torulopsidales*
    - Ord. *Taphrinales*
    - Ord. *Ustilaginales*
  - Cl. *Zygomycetes*
    - Ord. *Mucorales*
    - Ord. *Entomophthorales*
  - Cl. *Ascomycetes*
    - Subcl. *Euascomycetidae*
      - Ord. *Pezizales*
      - Ord. *Erysiphales*
      - Ord. *Helotiales*
      - Ord. *Xylariales*
      - Ord. *Tuberales*
      - Ord. *Eurotiales*
      - Ord. *Microascales*
      - Ord. *Hypocreales*
      - Ord. *Sphaeriales*
    - Subcl. *Loculoascomycetidae*
      - Ord. *Capnodiales*
      - Ord. *Dothideales*
      - Ord. *Phacidiales*
  - Cl. Fungi Imperfecti (= Ascomycetes imperfecti; = *Deuteromycetes*)
    - Ord. *Moniliales*
    - Ord. *Sphaeropsidales*
    - Ord. *Melanconiales*
  - Cl. *Basidiomycetes*
    - Subcl. *Phragmobasidiomycetidae*
      - Ord. *Tremellales*
      - Ord. *Auriculariales*
      - Ord. *Uredinales*
    - Subcl. *Hymenomycetidae*
      - Ord. *Exobasidiales*
      - Ord. *Tulasnellales*
      - Ord. *Poriales*
      - Ord. *Cantharellales*
      - Ord. *Dacrymycetales*
      - Ord. *Polyporales*
      - Ord. *Agaricales*
      - Ord. *Boletales*
      - Ord. *Russulales*
    - Subcl. *Gasteromycetidae*
      - Ord. *Sclerodermatales*
      - Ord. *Tulostomatales*
      - Ord. *Melanogastrales*
      - Ord. *Rhizopogonales*
      - Ord. *Nidulariales*
      - Ord. *Lycoperdales*
      - Ord. *Geastrales*
      - Ord. *Hymenogasterales*
      - Ord. *Phallales*

În Dictionary of the FUNGI (ediţia a 9-a), P.M. Kirk, P.F. Cannon, J.C. David and J.A. Stalpers (2000), se propune o clasificare cu totul deosebită de cele anterioare:

Supraregnum *EUCARYOTA*

- Regnum *CHROMISTA*
  - Phylum *Hyphochytriomycota*
  - Phylum *Labirintulomycota*
  - Phylum *Oomycota*
- Regnum FUNGI
  - Phylum *Ascomycota*
    - Cl. *Ascomycetes*
    - Cl. *Neolectomycetes*
    - Cl. *Pneumocystidomycetes*
    - Cl. *Saccharomycetes*
    - Cl. *Schizosaccharomycetes*
    - Cl. *Taphrinomycetes*
  - Phylum *Basidiomycota*
    - Cl. *Basidiomycetes*
    - Cl. *Urediniomycetes*
    - Cl. *Ustilaginomycetes*

Anamorphic fungi (= Fungi imperfecti)
Phylum *Chytridiomycota*
Phylum *Zygomycota*
Cl. *Trichomycetes*
Cl. *Zygomycetes*
Regnum *PROTOZOA*
Phylum *Acrasiomycota*
Phylum *Myxomycota*
Cl. *Dictyosteliomycetes*
Cl. *Myxomycetes*
Cl. *Protosteliomycetes*
Phylum *Plasmodiophoromycota*

În alte clasificări, abandonându-se sistemul tradițional de divizare a lumii vii în două regnuri (Animal şi Vegetal) s-a trecut la crearea a trei, patru sau cinci regnuri, uneori chiar mai multe (până la 11) pentru cuprinderea marii diversități a viețuitoarelor.

Astfel, în sistemul cu trei regnuri (Hogg, 1860) sau patru regnuri, propus de F.H. Hutchinson (1937) şi P.B. Weisz (1971) Fungii au fost încadrați în Regnum *Protista* (*Protoctista*). În sistemul cu 5 regnuri, propus de R.H. Whittaker (1969) şi îmbunătățit ulterior de L. Margulis şi R.H. Whittaker (1978), ciupercile sunt încadrate într-un regn distinct, *Fungi*, cu două filumuri.

C. Jeffrey (1982) împarte lumea vie în două supraregnuri: *PROCARYOTA* şi *EUCARYOTA*.

În Supraregnum *EUCARYOTA* a fost inclus, ca al patrulea Regn: *MYCOBIOTA* – *Fungi*
Divisio 1 – *Chytridiomycota*
Divisio 2 – *Zygomycota*
Divisio 3 – *Ascomycota*
Divisio 4 – *Basidiomycota*

Autorii americani ai tratatului „ The Unity and Diversity of Live" Fifth Edition, Belmont, California (1989), coordonat de Cecie Starr şi Ralph Taggart, la fel divid lumea vie în două supraregnuri, iar în Supraregnum *Eucaryota* delimitează 4 regnuri: *Protista, Fungi, Plantae* şi *Animalia.*

Regnum *FUNGI*

I. Divisio *MASTIGOMYCOTA*
Cl. *Chytridiomycetes*
Cl. *Oomycetes*
II. Divisio *AMASTIGOMYCOTA*
Cl. *Zygomycetes*
Cl. *Ascomycetes*
Cl. *Basidiomycetes*
III. Divisio (formală) *DEUTEROMYCOTA*

După cum reiese din cele prezentate, poate nici o altă grupă de viețuitoare nu este atât de controversată în ceea ce priveşte crearea unui sistem natural-filogenetic de clasificare. Şi autorii români de manuale de botanică au folosit sisteme diferite de clasificare ale ciupercilor.

Se va adopta, în continuare, sistemul de clasificare după A. Bresinsky (din Strasburger, 1999). Această clasificare, pe lângă utilizarea criteriilor morfo-fiziologice, genetice, biochimice, ontogenetice şi filogenetice are şi un caracter didactic, absolut necesar unei astfel de lucrări.

TIPUL DE ORGANIZARE CIUPERCI (cu două încrengături: 4 şi 5)

Încreng. *OOMYCOTA*
Ord. *Saprolegniales*
Ord. *Leptomitales*
Ord. *Peronosporales*
Încreng. *EUMYCOTA*
Cl. *Chytridiomycetes*
Ord. *Chytridiales*
Ord. *Blastocladiales*
Ord.*Monoblefaridales*
Cl. *Zygomycetes*
Ord. *Mucorales*
Ord. *Endogonales*
Ord. *Entomophtorales*
Ord. *Zoopagales*
Cl. *Ascomycetes*
Subcl. *Taphrinomycetidae*

- Ord. *Taphrinales*
- Ord. *Protomycetales*
- Ord. *Ascosphaeriales*
- Subcl. *Endomycetidae*
  - Ord. *Endomycetales*
- Subcl. *Laboulbeniomycetidae*
- Subcl. *Ascomycetidae*
  - Supraord. *Eurotianae*
    - Ord. *Eurotiales* (*Aspergillales*)
  - (Supra)- ord. *Erysiphales*
  - (Supra)- ord. *Pezizales*
  - (Supra)- ord. *Leotianae*
  - (Supra)- ord. *Dothideales*
- Cl. *Basidiomycetes*
  - Subcl. *Heterobasidiomycetidae*
    - (Supra)- ord. *Exobasidiales*
    - (Supra)- ord. *Tilletiales*
    - (Supra)- ord. *Ustilaginales*
    - Supraord. *Tremellanae*
      - Ord. *Uredinales*
      - Ord. *Auriculariales*
      - Ord. *Tremellales*
    - (Supra)- ord. *Dacrymycetales*
  - Subcl. *Homobasidiomycetidae*
  - (Holobasidiomycete superioare)
    - Supraord. *Porianae-Aphyllophoranae*
      - Ord. *Poriales-Aphyllophorales*
      - Ord. *Schizophyllales*
      - Ord. *Hymenomycetales*
      - Ord. *Thelephorales*
      - Ord. *Canthareliales*
    - Supraord. *Agaricanae*
      - Ord. *Agaricales*
      - Ord. *Russulales*
      - Ord. *Boletales*
    - Supraord. *Lycoperdanae*
      - Ord. *Lycoperdales*
      - Ord. *Geastrales*
      - Ord. *Nidulariales*
- Cl. *Deuteromycetes* (Fungi Imperfecti)
  - Ord. *Sphaeriales*
  - Ord. *Moniliales* (*Hyphomycetales*)
  - Ord. *Blastomycetales*

4. Încrengătura *OOMYCOTA* (Ciuperci cu celuloză)

Încadrează circa 500 de specii, care se deosebesc de toate celelalte ciuperci printr-un şir de caractere, care le particularizează şi justifică încadrarea într-o încrengătură distinctă.

Corpul lor vegetativ, rareori unicelular (la *Lagenidiales*) este, de regulă generală, sifonal, cu structură cenocitică, la care pereţii celulari sunt aproape totdeauna alcătuiţi din celuloză. Reproducerea sexuată are loc prin gametangiogamie, adică se contopesc gametociştii masculi cu cei femeli (oogonii). În gametociştii masculi plurinucleaţi nu se formează gameţi masculi, ci nucleii acestora funcţionează ca gameţi. În oogonii se formează numeroase (caracter primar) până la o singură oosferă (caracter derivat). De aceea, denumirea de oogamie a procesului sexuat la oomicete este improprie şi mai corect trebuie desemnată ca gametangiogamie. În gametangii oomicetelor, deci, nu se delimitează gameţi înalt specializaţi, ci se contopesc conţinuturile gametangiilor ca atare. Gametociştii masculi formează tuburi de fertilizare care pătrund în oogonii. După fertilizare (fecundare) se formează în oogonii unul sau câţiva zigoţi. Oogonul fecundat poartă numele de oospor, de la care derivă denumirea de oomicete.

La formele cu înmulţire asexuată dacă se formează zoospori, aceştia nu sunt acoperiţi de un perete rigid şi poartă flageli de tip heterocont.

Oomicetele reprezintă singura încrengătură a ciupercilor la care reprezentanţii lor sunt totdeauna diplonţi, cu meioză gametică, la fel ca la animale şi om. Talul lor este în totalitate diploid, singura fază haploidă fiind gameţii, dar aceştia nu sunt tipici, ci mai degrabă nuclei ce se comportă ca nişte gameţi.

Nu formează plectenchimuri (taluri împletite) şi nici corpuri fructe (carpofori).

În metabolismul lor, oomicetele mai prezintă unele particularităţi în plus: sinteza aminoacidului lizină se face pe calea acidului diaminopimelic, pe când la toate celelalte ciuperci pornind de la acidul aminoadipinic. De asemenea, acidul nicotinic nu se sintetizează pornind de la aminoacidul triptofan (ca la animale şi celelalte ciuperci) ci din compuşi mai simpli – C_3.

Greutatea moleculară a $_r$ARN (fracţiunea $_{25}$S) este diferită de cea de la celelalte ciuperci (cu excepţia mixomicetelor).

Oomicetele nu conţin nici un fel de pigment, deci, corpul lor vegetativ este fără culoare.

Toate aceste caracteristici proprii: morfologice, biochimice, genetice, ca şi ciclul lor de viaţă diplontic, vorbesc despre autonomia oomicetelor în raport cu toate celelalte ciuperci.

Speciile acvatice, considerate primitive, cu caractere plesiomorfe, sunt locuitori ai apelor dulci şi au, de regulă generală, nutriţie saprotrofă. Locuitorii uscatului, ca forme derivate, cu caractere apomorfe, sunt parazite pe plante superioare. Caracterele legate de mediul de viaţă şi modurile diferite de nutriţie se reflectă în sistematica oomicetelor, împărţite în trei ordine:

1. Ord. *Saprolegniales*
2. Ord. *Leptomitales*
3. Ord. *Peronosporales*

dintre care mai importante sunt 1 şi 3.

4.1. Ordinul *SAPROLEGNIALES*
(Mucegaiurile de apă)

Aceste organisme prezintă un miceliu sifonal neseptat, plurinuclear. Sunt specii acvatice, de apă dulce sau sălcie, nepotabilă, saprotrofe pe părţi de plante moarte sau pe cadavre de insecte scufundate şi care sunt pe cale de putrefacţie. Rareori, unele specii trăiesc parazit pe peşti bolnavi sau slăbiţi din diferite cauze, icre de peşti, unele nevertebrate sau amfibieni.

Reproducerea asexuată (fig. 17 A-C). Capetele hifelor se umflă în formă de măciucă, se separă de hifele purtătoare printr-un sept şi se numesc zoosporociste. Prin repartizarea citoplasmei la nuclei se formează spori diploizi piriformi, cu doi flageli apicali de tip acrocont, inegali ca lungime, dintre care unul cu cili vibratili. După un stadiu mobil activ flagelii sunt retractaţi şi sporii devin sferici, acoperiţi cu un perete rezistent. Pe un substrat potrivit, aceştia dau naştere, prin germinare, la o nouă ciupercă. În unele cazuri, în zoosporociste, se formează al doilea tip de zoospori, în formă de rinichi şi cu flagelii inseraţi lateral. Fenomenul se numeşte diplaneţie (cu două stadii de motilitate) şi se întâlneşte numai la *Saprolegnia*.

La genul ***Aplanes*** nu se formează zoospori.

La genul ***Saprolegnia***, sporocistele, după ce au eliberat zoosporii, sunt străpunse de propriile lor hife purtătoare, care formează, în interiorul sporocistului golit, unul nou.

Reproducerea sexuată (fig. 17 D-H) este o gametangiogamie.

Gametangiile se formează la extremităţile hifelor, prin apariţia unor septuri. *Oogoniile* (gametangiile femele) sunt sferice şi conţin la început mai mulţi nuclei, care în cea mai mare parte pier. În jurul nucleilor rămaşi se concentrează citoplasma şi dau naştere la câte o oosferă. Acestea plutesc libere în oogoniu.

Gametangiile mascule nu formează gameţi masculi, ci, ca un întreg, sunt atrase chemotactic de oogonii. Totuşi, aici are loc meioza, încât aşa-zişii gameţi sunt haploizi. Din gametangiile mascule pornesc tuburi de fertilizare, simple sau ramificate, care pătrund în oogonii. Prin aceste tuburi trec nucleii masculi pentru a se contopi cu oosferele din oogoniu. Fiecare oosferă fecundată se transformă în cistozigot, acoperit cu un perete rezistent la atacurile microorganismelor.

Cistozigoţii, după un repaus, germinează fără meioză şi formează un tub de germinare, fără septuri, cu numeroşi nuclei, care în final dă naştere la o nouă saprolegnie, cu tal diploid.

Experimentele de cultură ale saprolegnialelor permit studierea mai detaliată a ciclului lor de viaţă, a biologiei şi ecologiei lor.

Procesul dezvoltării lor vegetative pe un mediu de cultură, corespunzător şi permanent înoit, poate fi menţinut timp îndelungat. În lipsa substanţelor nutritive începe înmulţirea asexuată şi formarea zoosporocistelor (zoosporangi). Procesul sexuat poate fi declanşat prin introducerea în mediul de cultură a unor subtanţe nutritive (de ex. aminoacizi) în concentraţii corespunzătoare. Deci, creşterea şi dezvoltarea lor poate fi dirijată în laborator. Primele cercetări în acest domeniu aparţin lui Klebs (1898; 1900; 1904).

În acvarii şi în bazine naturale, cu apă insuficient aerisită, ciupercile saprolegniale se pot dezvolta pe icrele de peşte, pe puiet şi peştii adulţi, însă slăbiţi sau bolnavi, provocând pieirea lor.

Saprolegnioza, boala produsă de aceste ciuperci, provoacă mari daune creşterii speciilor valoroase de peşte (fig. 18), cum sunt nisetrul, şalăul, iar în timpul iernii crapului şi unor peşti fitofagi.

Unele saprolegniale din genurile *Leptolegnia*, *Sommerstorffia* parazitează pe crustacee, moluşte, crabi, spongieri şi rotifere. În vara anilor 1950, 1951 s-au produs mari pagube pescuitului pe litoralul suedez al mării Baltice prin atacul ciupercii *Leptolegnia baltica*. Aceasta a distrus unele specii de plancton, ducând la scăderea producţiei de scrumbie (după C. Starr, R. Taggart, 1989).

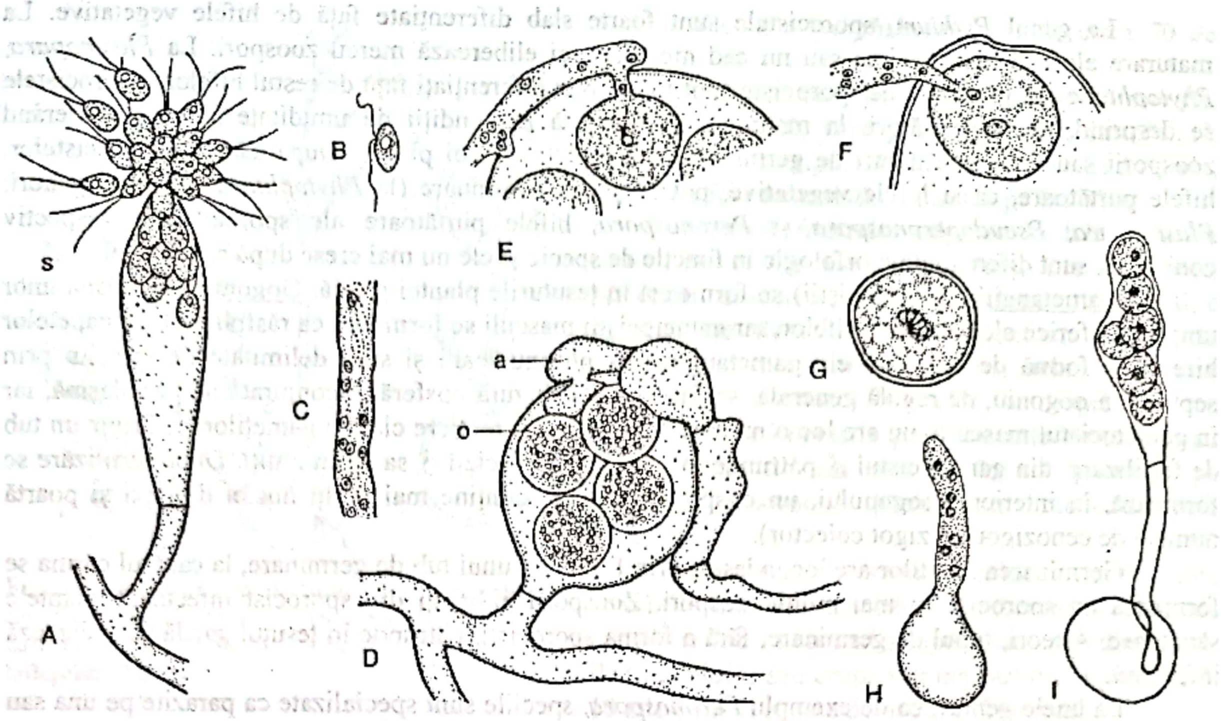


Fig. 17. *Oomycota, Saprolegniales.* A – zoosporocist care eliberează zoospori (s) prevăzuți cu doi flageli akronți: B – spori cu doi flageli dispuși lateral; C – parte a hifei în formă de tub cu numeroși nuclei; D – hifă cu gametociști: a – gametocist ♂ care a înfipt tuburi de fertilizare în oogoniu; o – oosfere fertilizate; E – tub de fertilizare cu nuclei ♂; F – nuclei masculini pătrunzând într-o oosferă; G – zigot cu nuclei care se contopesc ; H – tub de germinare; I – sporocist de germinare cu zoospori încă imobili; A, B, D – *Saprolegnia mixta*; C – *Thraustotheca*; E – *Achlya flagellata*; H – *Isoachlya intermedia*; I – *Thraustotheca primoachlya*. (A, D- după Klebs; B- după Höhnk; C- după Schrader; E-G- după Moreau; H-I- după A.W. Ziegler, din Strasburger, 1999)

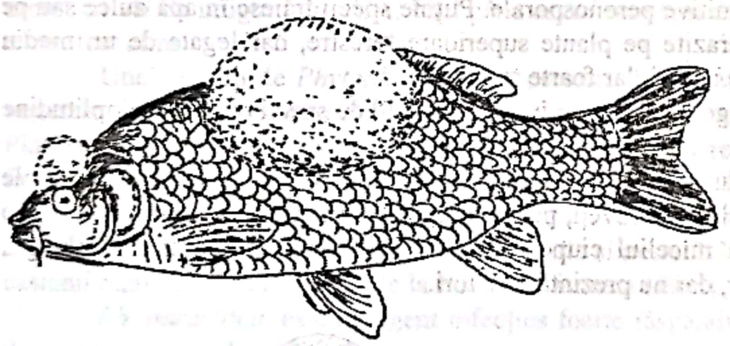


Fig. 18. Pește atacat de miceliu de *Saprolegnia* (după Sizova, din Gorlenko)

4.2. Ordininul *LEPTOMITALES*

Genul ***Leptomitus*** cu specii saprotrofe care trăiesc submers. ***L. lacteus*** crește în apele intens poluate cu reziduuri organice. Miceliul ciupercii astupă țevile stațiilor de purificare a apei, plasele de pescuit, provocând pagube considerabile.

4.3. Ordinul *PERONOSPORALES*

Peronosporalele sunt specii terestre parazite pe plante de uscat evoluate. Hifele ciupercii trăiesc parazit intercelular în țesutul gazdei și se hrănesc cu ajutorul haustorilor. De reglă generală, miceliul iese din țesutul plantei gazdă prin stomatele acesteia și formează la exterior o pâslă de hife, ca un mucegai, vizibil cu ochiul liber.

În vârful unor filamente miceliene ramificate se formează zoosporociste (sporociste) în număr mare, de formă sferică sau elipsoidală. La genul *Plasmopara* în sporociste se formează un număr mare de zoospori reniformi de tip heterocont, corespunzători zoosporilor secundari de la *Saprolegnia* (deci nu este diplaneție). Sporocistele se desprind în întregime de pe filamentele purtătoare și purtate de vânt cad pe frunzele altor plante, unde, în picături de ploaie sau rouă, eliberează zoosporii.

Ca o adaptare progresivă la viața de uscat, zoosporocistele de la *Peronosporales* devin conidii, care, la un aer mai uscat, sunt activ catapultate prin mișcările filamentelor (conidioforilor).

La genul *Pythium*, sporocistele sunt foarte slab diferențiate față de hifele vegetative. La maturare ele cad în întregime sau nu cad niciodată, ci eliberează mereu zoospori. La *Plasmopara, Phytophtora* ş.a. purtătorii de sporociste sunt foarte clar diferențiați față de restul hifelor. Sporocistele se desprind, de pe purtători, la maturare, germinează în condiții de umiditate scăzută, eliberând zoosporii sau formează tuburi de germinare care infectează noi plante. După căderea sporocistelor, hifele purtătoare, ca şi hifele vegetative, pot crește în continuare (la *Phytophtora*). La alte genuri: *Plasmopara, Pseudoperonospora* şi *Peronospora*, hifele purtătoare ale sporocistelor, respectiv conidiilor, sunt diferențiate morfologic în funcție de specie și ele nu mai cresc după sporulație.

Gametangiile (gametociștii) se formează în țesuturile plantei gazdă. Oogoniile au forma unor umflături sferice ale capetelor hifelor, iar gametociștii masculi se formează ca răsfrângeri ale capetelor hifelor în formă de tub. Ambele gametangii sunt plurinucleare și sunt delimitate de miceliu prin septuri. În oogoniu, de regulă generală, se formează o singură oosferă, înconjurată de periplasmă, iar în gametocistul masculin nu are loc o meioză și, deci, o diferențiere clară a gameților ♂. Printr-un tub de fertilizare, din gametocistul ♂ pătrunde în oogoniu un nucleu ♂ sau mai mulți. După fertilizare se formează, în interiorul oogonului, un oospor care poate conține mai mulți nuclei diploizi și poartă numele de cenozigot (= zigot colector).

Germinarea zigoților are loc, adesea, prin formarea unui tub de germinare, la capătul căruia se formează un sporocist cu mai mulți zoospori. Zoosporii eliberați din sporocist infectează plantele sănătoase. Alteori, tubul de germinare, fără a forma sporociști, pătrunde în țesutul gazdă și realizează infectarea.

La unele genuri, ca de exemplu *Peronospora*, speciile sunt specializate ca parazite pe una sau mai puține plante gazdă. Diferențierea speciilor, în funcție de anumite gazde, este corelată și cu schimbări morfologice, la început continue (ca de exemplu mărirea conidiilor), însă, treptat, aceste caractere devin discontinue.

Sistematica. Ord. *Peronosporales* cuprinde familiile: *Pythiaceae, Peronosporaceae* și *Albuginaceae*.

Familia *Pythiaceae*

Pythiaceae- le sunt cele mai primitive peronosporale. Puține specii trăiesc în apă dulce sau pe sol umed. Cele mai numeroase sunt parazite pe plante superioare terestre, dar legate de un mediu umed. Aparatul vegetativ este un miceliu unicelular foarte subțire.

Sunt circa 10 genuri, dintre care genul ***Pythium*** încadrează 140 de specii (cu mare amplitudine ecologică și de nutriție).

P. debaryanum (fig. 19-B) produce boala „putregaiul rădăcinilor". Parazitează pe rădăcinile puieților de arbori, pe sfeclă, varză, ridiche, castraveți, porumb ș.a. Pe rădăcinile atacate se dezvoltă o pâslă sau un păienjeniș care reprezintă miceliul ciupercii. Miceliul unicelular, ca un tub alungit, trăiește atât intercelular cât și intracelular, dar nu prezintă haustori.

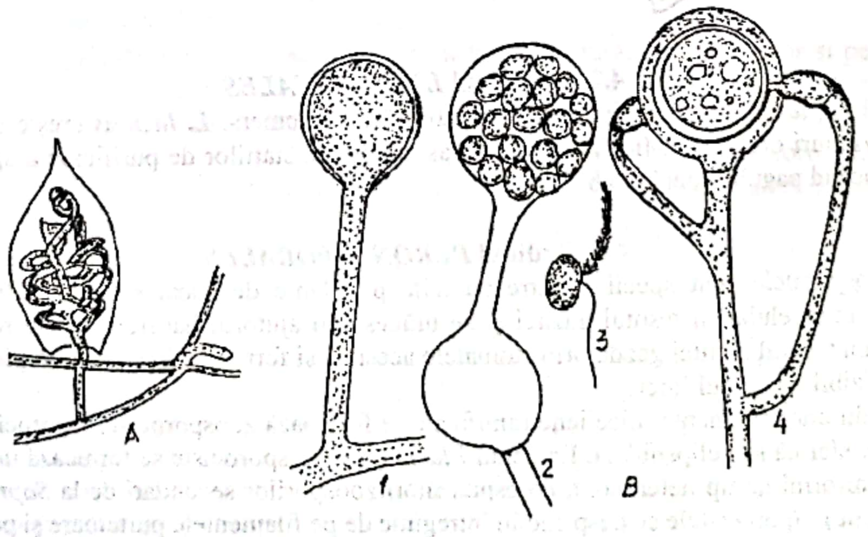


Fig. 19. A – *Zoophagus*; B – *Pythium debaryanum*: 1 – zoosporocit tânăr; 2 – germinarea zoosporocitului; 3 – zoospor cu 2 flageli inserați lateral; 4 – procesul sexuat (oogoniu și două gametociste ♂) (după Sizova, din Gorlenko)

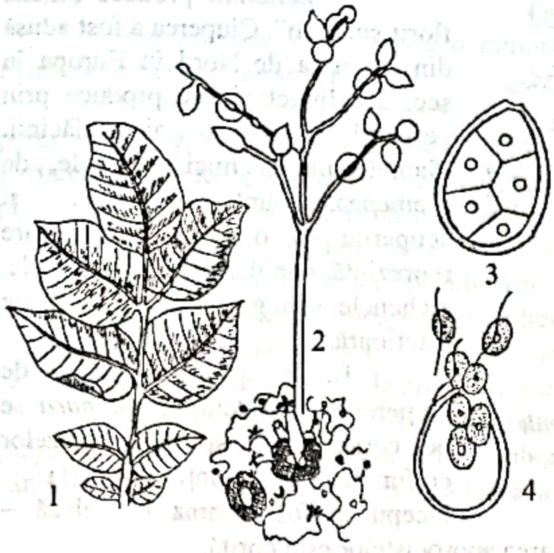


Fig. 20. *Phytophthora infestans*: 1 – frunze de cartof infectate; 2– conidiofor monopodial ramificat cu conidii; 3 – conidie; 4 – eliberarea zoosporilor biflegelați (după Soó)

Genul ***Phytophthora*** cuprinde circa 70 de specii.

Un dăunător periculos al cartofului este *Ph. infestans* (fig. 20) care produce „mana cartofului". Este o ciupercă originară din America de Sud (Chile, Peru) și a fost semnalată în Europa pe la 1830.

Atacă frunzele, tulpinile și tuberculii de cartof, dar și fructele de tomate și alte solanacee. Miceliul ciupercii se răspândește în spațiile intercelulare dar se hrănește cu conținut celular prin intermediul haustorilor. Sporocistele, respectiv conidiile, de pe dosul frunzelor, se desprind de pe conidiofori, se împrăștie și pe frunzele sănătoase sau cu picăturile de apă pătrund în sol și ajung pe tuberculi. Zoosporii pătrund în tuberculi prin lenticele.

Formarea conidioforilor, germinarea conidiilor sau a zoosporilor și infectarea culturii de cartof are loc în special noaptea sau spre dimineață. Pe timp ploios sau ceață, tulpina cartofului piere în 7-10 zile pe zeci și sute de hectare. Tuberculii păstrați în condiții de umiditate și temperatură ridicată putrezesc repede.

Boala se transmite de la un an la altul prin miceliile de rezistență din tuberculi sau din alte organe (ex. frunze) rămase pe câmp.

Dezvoltarea ciupercii este favorizată de climatul umed și temperatura scăzută, condiții îndeplinite în România în regiunea dealurilor și submontană. În anii umezi ciuperca poate distruge până la 20% din recolta de cartofi.

În anii 1845-1846 această boală a cauzat o foamete mare, care a decimat populația Irlandei. A urmat un val de imigrare în SUA. Nici până astăzi numărul de 8 milioane de locuitori de odinioară nu a mai fost atins.

Unele specii de *Phytophthora* sunt paraziți facultativi. Trăiesc în sol ca saprotrofe pe resturi vegetale dar, prin anumite răni ale organelor plantelor, pot pătrunde în acestea și le parazitează. Plantele atacate, sub acțiunea toxinelor mor, iar ciuperca revine la viața saprotrofă. Acești paraziți facultativi nu sunt specializați nici la o anumită plantă gazdă, nici la anumite organe sau țesuturi.

Ph. cambivora provoacă boala neagră a castanilor buni din Europa de Sud. Este atacat cambiul, arborii elimină un suc negru ca cerneala și peste 2-3 ani pier. Acest atac a fost semnalat și la castanii buni (*Castanea sativa*) de la Pocruia-Tismana (Gorj).

Ph. parasitica este un agent infecțios foarte răspândit la plantele tropicale: palmieri, arborele de cacao, arborele de pâine etc.

Familia *Peronosporaceae*

Spre deosebire de *Pythiaceae*, peronosporaceele sunt paraziți obligați pe anumite plante gazdă. În afara acestora nu pot exista decât ca forme de rezistență. Miceliul lor pluricelular pătrunde și se răspândește în spațiile intercelulare, dar hrănirea se realizează prin intermediul haustorilor care pătrund în celule (intracelular).

Genul ***Plasmopara*** se recunoaște prin ramificarea monopodială a conidioforilor în treimea superioară aproape în unghi drept (fig. 21-A). Aceștia ies din frunze prin stomate și formează pe fața inferioară a acestora o pâslă cenușie. În vârful ramificațiilor conidioforilor se formează conidiile, care se desprind cu ușurință și sunt luate de vânt. În picături de apă germinează și dau naștere la zoospori sau la filamente de infectare care atacă noi plante sănătoase.

P. viticola (fig. 22 A-D) produce boala numită „mana viței de vie", cea mai primejdioasă boală a acestei plante. Pe vreme umedă, boală apare aproape ca o epidemie pe frunzele viței de vie și le face să cadă. Și boabele sunt atacate și se transformă în boabe „putred-uscate". În anii favorabili boala produce o scădere a recoltei cu circa 20% (iar prin dăunători animali alte 20%). Ciuperca este originară din America de Nord și a fost adusă în Europa în a doua jumătate a sec. 19, odată cu vița americană. În anii 1876-1878 a fost semnalată în partea de sud-vest a Franței, iar în România în 1881.

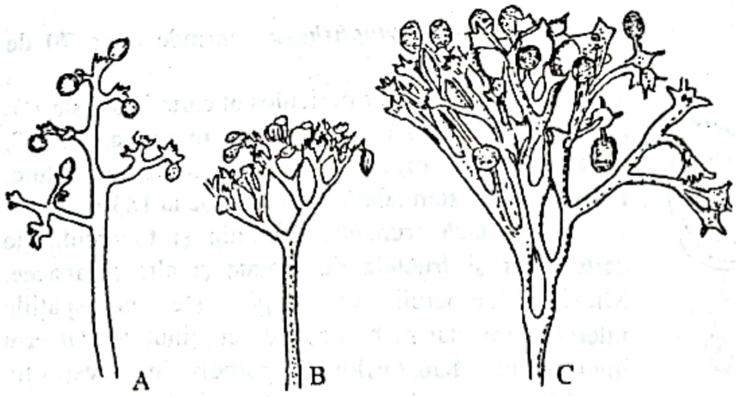


Fig. 21. Conidiofori cu conidii la ciupercile *Peronosporales*: A – *Plasmopara*; B – *Peronospora*; C – *Bremia* (după Sizova, din Gorlenko)

P. helianthi produce „mana florii-soarelui". Ciuperca a fost adusă din America de Nord în Europa în sec. 20. Înfectarea se produce prin perişorii absorbanţi ai rădăcinii. Plantele rămân mici, frunzele, de asemenea, sunt pipernicite şi acoperite cu o pâslă deasă, care reprezintă conidioforii cu conidiile. Achenele sun goale sau de calitate inferioară.

Bolile provocate de ciupercile din genul *Plasmopara* se pot combate prin stropirea frunzelor cu fungicide care conţin cupru (la început a fost zeama bordeleză – amestec de sulfat de cupru cu var stins), prin care germinarea sporocistelor este oprită.

Genul ***Peronospora*** (fig. 22-E) cu un mare număr de specii, care se recunosc prin ramificarea dichotomică a conidioforilor în treimea superioară (fig. 21-B). Conidia la germinare dă naştere la un filament de infectare, adică funcţionează ca un zoospor şi nu ca un zoosporocist caduc (ca la *Plasmopara*).

P. tabacina produce „mucegaiul albastru al tutunului"(numit astfel datorită conidiilor alb-albăstrui). Boala a apărut în 1959 pentru prima dată în Europa (mai înainte în America şi Australia). În verile ploioase poate produce mari daune culturilor de tutun.

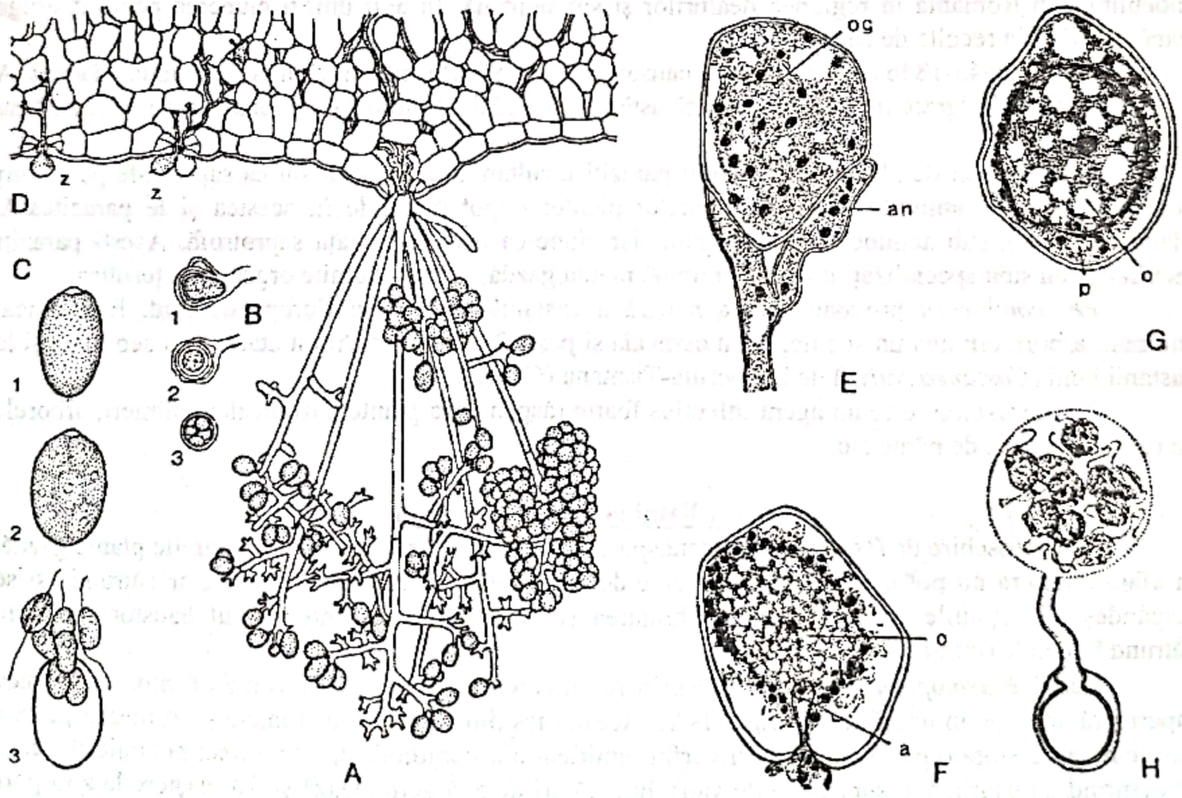


Fig. 22. *Oomycota, Peronosporales*: A-D – *Plasmopara viticola*: A – purtător de sporociste ieşind printr-o stomată; B – oogonii cu gametocistul ♂ şi zigoţi; C – formarea şi ieşirea zoosporilor; D – germinarea zoosporilor (z) prin stomată în intracelular; E – *Peronospora parasitica*: oogoniu tânăr cu mulţi nuclei (og) şi gametocistul ♂ (an); F-G – *Albugo candida*: F – oogoniu în partea centrală cu un nucleu (o) şi tubul de fertilizare al gametocistului ♂, care introduce nucleul ♂: G – zigot în oogoniu înconjurat de peretele zigotului tânăr şi de periplasmă (p); H – *Pythium*: ultimul zigot cu oospori care germinează (A-B- după Millardet; C-D- după Arens; E-G- după Wager; H- după Drechsler, din Strasburger, 1999)

Familia *Albuginaceae*

Albuginaceae- le reprezintă o ramură care se abate, într-o oarecare măsură, de la direcția evolutivă a peronosporalelor.

Aceste organisme sunt parazite obligate pe plante superioare terestre. Miceliul, ca și la peronosporaceе, se dezvoltă intercelular și se hrănește intracelular prin intermediul haustorilor. Particularitățile lor constau în faptul că la începutul dezvoltării lor, parazitul nu distruge țesuturile plantei gazdă, ci dimpotrivă, contribuie la creșterea lor, stimulând anumite procese vitale ale plantei.

De asemenea, înmulțirea asexuată este neobișnuită. Conidiile se formează în șirag, sub epiderma organelor atacate, pe conidiofori neramificați. Conidiile se comportă ca zoosporociste caduce, adică dau naștere la zoospori de tip heterocont.

Oosporii se formează în spațiile intercelulare ale țesuturilor gazdă, iernează până primăvara, când germinează și dau naștere la zoospori sau la filamente de germinație.

Albugo candida (fig. 22 F-G) este agentul patogen al bolii „rugina albă" pe organele aeriene (tulpină, frunze, fructe) ale unor crucifere spontane (traista ciobanului ș.a.) și cultivate (conopidă, varză, ridiche, muștar). Pe acestea se formează pete mici rotunde, de culoare albă.

Considerații generale asupra oomicetelor. Filogenie

La ordinele reunite în încreng. *Oomycota* se poate urmări trecerea de la viața acvatică la cea terestră, o înlocuire treptată a zoosporilor prin conidii și o trecere de la răspândirea hidrochoră la cea anemochoră. Aceste progresii ating punctul culminant la *Peronosporaceae* și sunt legate de sporirea pretențiilor biologice dar și de o specializare la viața parazită. Se poate evidenția faptul că trecerea de la saprotrofism la parazitism impune și o specializare la o anumită plantă gazdă, la anumite organe sau țesuturi vegetale și până la urmă la o parțială prejudiciere a gazdei atacate (patogenitate).

Este interesant de observat că, în privința hrănirii cu azot, nu este o legătură directă cu progresiile amintite. În timp ce ciupercile din ordinul superior, *Peronosporales*, folosesc azot anorganic din amoniac și azotat, ordinele inferioare, *Saprolegniales* și *Leptomitales*, nu pot utiliza azotul anorganic, ci numai azotul legat din compuși organici.

În procesul de reproducere, la formele mai simple (*Lagenidiales*) talul în întregime se transformă în gametangiu (holocarpie), pe când la cele evoluate numai anumite părți din tal se transformă în gametangiu (eucarpie), iar cele rămase își continuă creșterea.

Filogenie

Oomicetele sunt înrudite cu algele eucariote autotrofe de tipul *Heterokontophyta*. Ele concordă cu acestea prin flagelii de tip heterocont de la zoospori și gameți, în construcția sifonală a talului și în pereții celulari celulozici.

Prin aceste caracteristici se deosebesc de toate celelalte tipuri de ciuperci ce vor fi studiate în continuare.

Reproducerea sexuată a oomicetelor prin gametangiogamie și pierderea gameților flagelați strâns corelată cu aceasta, este considerată caracter derivat. Înmulțirea asexuată, care se realizează numai prin zoospori, cu excepția formelor înalt specializate (ex. *Peronospora*) se întâlnește la întreaga încrengătură.

5. Încrengătura *EUMYCOTA*

- Ciuperci autentice

Eumicotele sunt ciupercile autentice, cu caractere morfologice și biochimice particulare, care le deosebesc de oomicete.

Este încrengătură cu adaptare progresivă la mediul aerian terestru. La clasele evoluate dintre eumicota, nu se mai întâlnesc zoospori și gameți flagelați. Numai la reprezentanții inițiali din această încrengătură se mai întâlnesc zoospori și gameți de tip opistocont, cu un singur flagel activ de împingere, neted, situat posterior.

Construcția talului cuprinde toate treptele de organizare întâlnite la ciuperci. La formele superioare, bogate în specii, predomină, în anumite faze de dezvoltare, talul împletit ce formează plectenchimuri (în corpurile de fructificare).

Peretele celular conține aproape totdeauna chitină (deseori împreună cu glucani). La unele grupe, pereții celulari sunt alcătuiți din manan-β-glucan (*Saccharomyces*) sau galactozamin-galactan (la *Trichomycetes*). La puţine forme adaptate vieţii parazite a avut loc o evoluţie regresivă a pereţilor celulari până la dispariţia lor completă. La acestea, în ciclul de viaţă, în mod secundar, apar protoplaste nude (gimnoplaste), ca de ex. la *Olpidium*.

Reproducerea sexuată este extrem de diversificată: izogamie, anizogamie, oogamie (mai rar), gametangiogamie şi somatogamie. În gametangiogamie nu iau parte aproape niciodată oogonii cu oosfere. Spre deosebire de oomicete, la eumicote organe de durată nu se formează niciodată în interiorul oogoniilor.

Ciclul de viaţă. Cei mai mulţi reprezentanţi sunt haplonţi, urmaţi de cei haplodiplonţi sau haplo-dicariotici. Diplonţii sunt foarte rar întâlniţi, ca excepţie. La formele evoluate se impune cu pregnanţă dicariofaza.

Particularităţile biochimice menţionate la *Oomycota* lipsesc la *Eumycota* sau sunt divergente. Astfel, sinteza lizinei decurge pe calea acidului aminoadipinic. La unele specii se formează carotine, ca pigmenţi de asimilaţie provizorii. Aceştia, însă, servesc, în parte, ca fotoreceptori în mişcările de creştere şi de îndoire (fototropisme), determinate de lumină (ex. la *Pilobolus*). În afară de aceştia, mai apar şi mulţi alţi pigmenţi fenolici, antociani şi flavone.

Sistematica. Încreng. *Eumycota* cuprinde următoarele clase: *Chytridiomycetes, Zygomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes, Deuteromycetes* (Fungi Imperfecti).

5.1. Clasa *CHYTRIDIOMYCETES*

Chitridiomicetele sunt specii primar acvatice şi de locuri umede. Unele sunt parazite pe alge, plante superioare acvatice, animale nevertebrate sau chiar pe ciuperci acvatice. De asemenea, pot parazita plante superioare terestre care cresc în locuri umede.

O mică parte dintre aceste ciuperci sunt saprotrofe pe ramuri, frunze sau fructe căzute în apă, pe cadavre de insecte etc. Unele specii se hrănesc pe baza învelişurilor chitinoase rămase după năpârlirea sau moartea animalelor.

Organizarea corpului vegetativ

Cele mai primitive chitridiomicete, parazite intracelular, au corpul vegetativ un gimnoplast (o masă citoplasmatică nudă). Cu toată suprafaţa sa, el absoarbe substanţele nutritive din celula gazdă prin osmoză (osmotrofie).

Formele superior organizate se caracterizează printr-un aparat vegetativ de tipul *rizomiceliului* (miceliu rudimentar). Acesta are forma unor filamente aproape neramificate, anucleate, care pornesc din celula bazală nucleată a talului (ovală sau alungită ca un mamelon). Rizomiceliul are rolul de a fixa ciuperca de substrat şi de a absorbi hrana.

Corpul vegetativ al chitridiomicetelor celor mai evoluate este un rizomiceliu ramificat sifonal, care poate acapara câteva celule ale gazdei, iar la saprotrofe constă din rizoizi subţiri sau hife libere ramificate, care străbat substratul şi au rol în hrănirea ciupercii.

Celula prezintă un perete din chitină (până la 60% din substanţa uscată) şi glucani.

Înmulţirea asexuată se face prin zoospori de tip opistocont, prevăzuţi cu un flagel posterior nud. Zoosporii se formează în zoosporocişti, care se pot forma holocarpic (talul se consumă în întregime la formarea zoosporilor) sau eucarpic (când numai o parte a talului se consumă la formarea zoosporilor), aceasta din urmă reprezentând un caracter derivat, de superioritate. Zoosporii conţin un corp de ulei surprinzător de mare.

Reproducerea sexuată este variabilă. La unele specii, zoosporii funcţionează ca gameţi şi se contopesc doi câte doi. La alţi reprezentanţi se contopesc talurile în întregime (hologamia). Se mai întâlneşte izogamia, anizogamia, iar la formele superioare gametangiogamia.

Zigosporul rezultat în urma fertilizării se înconjoară cu o membrană groasă de chitină şi după o perioadă de repaus germinează. La germinarea sa are loc meioza şi formarea zoosporilor haploizi (meiospori). Din meiospori se formează noi ciuperci.

Zigotul este singura celulă diploidă din ciclul de viaţă al acestor ciuperci haplobionte (haplonte).

Chitridiomicetele sunt ciuperci dăunătoare, provocând boli la plantele şi animalele acvatice, ducând la dispariţia lor în masă.

Sistematica. Cele trei ordine se deosebesc între ele prin construcţia corpului vegetativ, prin modul de reproducere sexuată şi prin structura fină (microstructura) zoosporilor. Sunt cunoscute circa 500 specii care aparţin la ordinele: *Chytridiales, Blastocladiales* şi *Monoblepharidales*.

1.1. Ordinul *CHYTRIDIALES*

În acest ordin sunt încadrate circa 80 de genuri cu peste 400 specii. Majoritatea reprezentanților sunt paraziți ai plantelor acvatice, mai rar la cele terestre. Mai pot parazita animale nevertebrate sau sunt saprotrofe pe resturi de plante și animale din mediul acvatic sau umed.

Corpul vegetativ este, de cele mai multe ori, unicelular, fără perete rigid (gimnoplast) în formă de sferă sau veziculă. Alteori este un miceliu rizoid (rizomiceliu), ca o celulă separată, cu nucleu, de la care pornesc filamente fine anucleate, neramificate sau slab ramificate.

Reproducerea sexuată este variată: izogamie, anizogamie sau gametangiogamie. Formarea gameților și sporilor poate fi prin holocarpie (la formele inferioare) sau eucarpie (la formele derivate cu rizomiceliu).

Sistematica. Ordinul cuprinde familiile: *Olpidiaceae*, *Synchytriaceae*, *Rhizoidiaceae*, *Chytridiaceae* și *Megachytridiaceae*.

Familia *Olpidiaceae*

Olpidium brassicae este agentul patogen al bolii „înegrirea și putrezirea răsadurilor de varză". Atacul se realizează prin zoospori, care pătrund în celulele corticale și formează în acestea corpul vegetativ, gimnoplastul, care trăiește parazitic intracelular. După maturare, gimnoplastul se transformă în zoosporociști, în care, după diviziunile nucleului și divizarea citoplasmei, iau naștere mai mulți zoospori de tip opistocont. Întregul protoplast se consumă la formarea zoosporilor. Zoosporii infectează noi celule gazdă și dau naștere la zigozoospor. Acesta se înconjoară cu un perete gros de chitină și se transformă în hipnozigot, care iernează în plantele moarte. În acesta se află cei doi nuclei sexuali, care se contopesc abia în primăvară. Primăvara nucleul diploid rezultat se divide prin meioză și dă naștere la numeroși zoospori, care ies printr-o papilă de golire, formată din peretele hipnosporului.

Olpidium viciae – parazitează mazărea (fig. 23). Ciclul de viață se desfășoară analog cu cel de la *O. brassicae*.

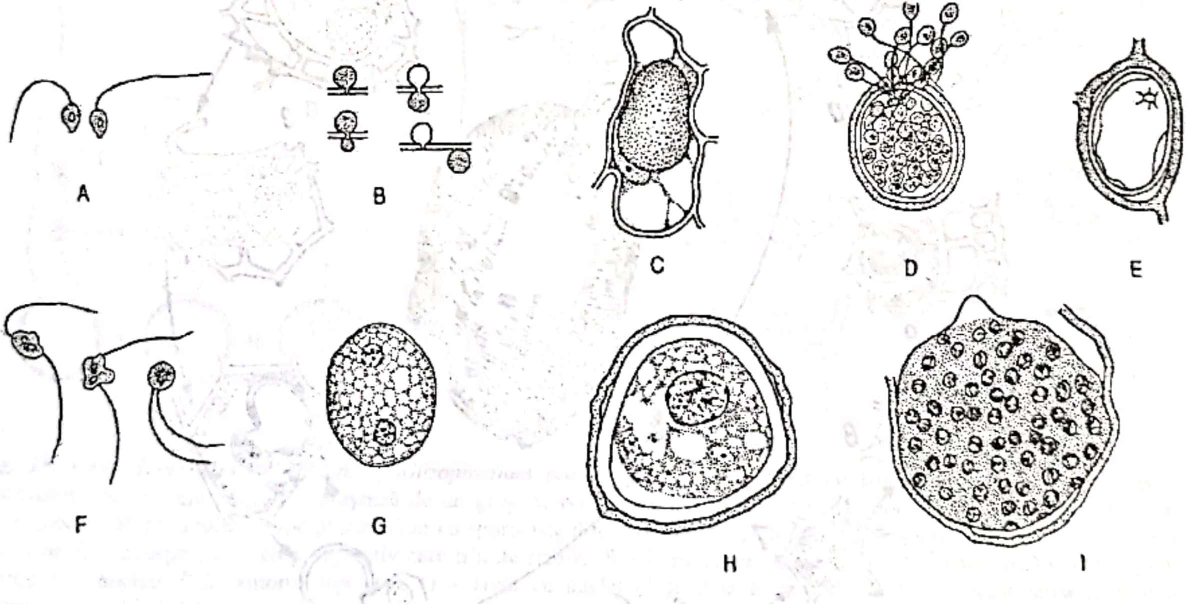


Fig. 23. *Chytridiomycetes*, *Chytridiales*, *Olpidium viciae*: A – zoospori; B – pătrunderea în celula gazdă; C – protoplastul nud al ciupercii în celula gazdă; D – zoosporocist respectiv gametangiu: E – zoosporocist golit; F – împerecherea a doi gameți opistoconți; G – zigot tânăr cu încă doi nuclei; H – zigot transformat în cistă; I – același fecundând (după Kusano, din Strasburger, 1999)

Familia *Synchytriaceae*

Speciile din această familie trăiesc ca endoparaziți în organele plantelor terestre cu flori (frunze, tulpini aeriene, tuberculi etc.), la care formează mici umflături de felul galelor.

Synchytrium endobioticum produce la cartof boala numită „râia neagră", „buba neagră" sau „cancerul cartofului".

Pe tuberculii de cartof, infectați de această ciupercă, apar mici excrescențe spongioase, moi la pipăit, care cu timpul cresc, se brunifică și cuprind întreg tuberculul, chiar depășindu-l în mărime.

Tuberculii atacați putrezesc. În medie, pierderile de recoltă sunt între 40-60%, dar în unii ani recolta poate fi compromisă total (100%).

Ciclul de dezvoltare (fig. 24). În celulele atacate se află hipnospori, de culoare galben-brunie și cu perete gros din chitină. Primăvara, prin germinare, din hipnospori se formează 5-9 zoosporociști, fiecare cu câte 300 zoospori uniflagelați rezultați în urma meiozei. Eliberându-se din tumorile care se ditrug, zoosporii infectează tuberculii sănătoși, pătrunzând prin lenticele. În celule, aceștia se transformă în gimnoplast (amoebă), care se hrănește ca parazit intracelular. Sub acțiunea parazitului, celulele tuberculilor se măresc și încep să se dividă intens. Se formează o rozetă în centrul căreia se află celula mare cu parazitul intracelular. Prin diviziuni succesive iau naștere țesuturi noi, care apar ca excrescențe tumefiate pe tuberculii atacați. Acest proces se repetă de câteva ori în cursul verii. Către sfârșitul verii, zoosporii se pot comporta ca izogameți, iar în urma singamiei rezultă zigosporul (zigotul) biflagelat și dicariotic, care, poate infecta noi celule. În celule, acesta se transformă în hipnospor dicariotic. Toamna, în tuberculi se formează hipnosporii, care se păstrează în sol ani în șir, iar în condiții favorabile formează zoospori opistoconți, care infectează cultura de cartof.

Se cunoaște faptul că zoosporii de *Olpidium sp.* și *Synchytrium sp.* sunt vectori ai virusurilor fitopatogene.

Ciupercile din cele două familii prezentate sunt parazite intracelulare și se caracterizează prin aceea că, la formarea celulelor germinative este consumat întreg conținutul gametocistelor sau sporocistelor (ciuperci holocarpe).

La familiile care urmează nu se consumă complet talul la formarea celulelor germinative (ciuperci eucarpe).

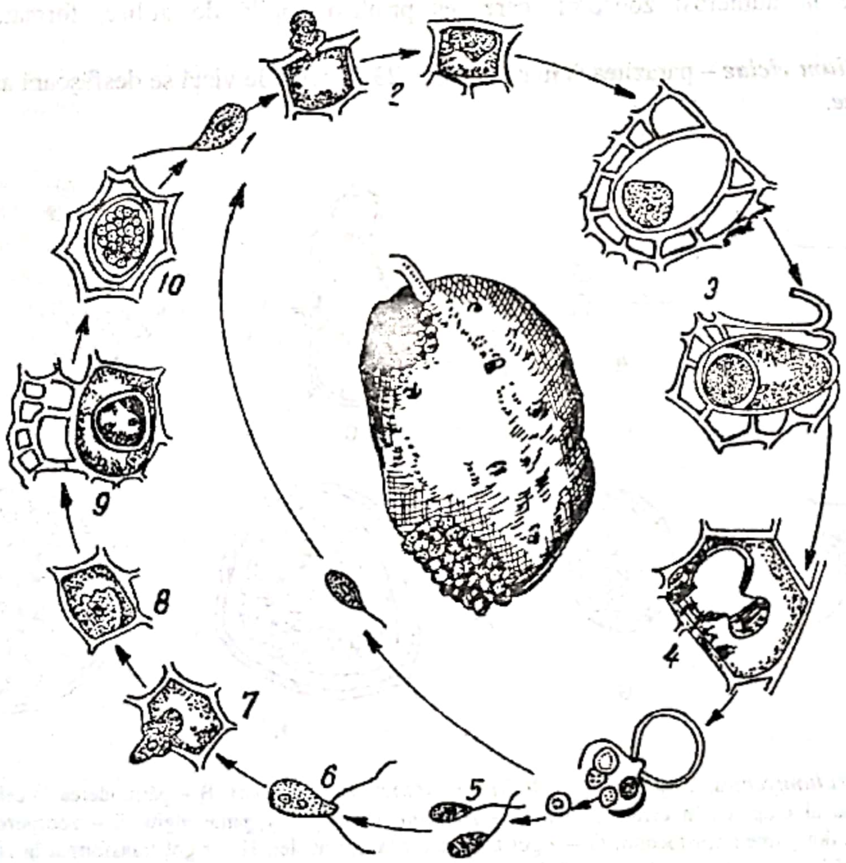


Fig. 24. Ciclul de dezvoltare la *Synchytrium endobioticum*: 1 – zoospor haploid; 2 – amoebă; 3 – spor de vară; 4 – grupări de gametociști (gametangii); 5 – gameți; 6 – zigospor binucleat și biflagelat; 7 – cariogamia; 8 – amoebă diploidă; 9 – hipnospori; 10 – zoosporociști în care are loc meioza (după Sóo)

Familia *Rhizoidiaceae*

Speciile din această familie sunt paraziți frecvenți pe algele planctonului și pe grăunciorii de polen (ex. *Rhizophydium pollinis*, fig. 25-A). Corpul vegetativ se împarte într-o veziculă reproductivă în afara substratului și într-un rizoid mult ramificat, cu rol nutritiv, care pătrunde în celula gazdă.

Polyphagus euglenae (fig. 25 C-I) prezintă un tal monocentric, cu o singură veziculă centrală, din care pornesc mai mulți rizoizi, care atacă și sug hrana din algele din genul *Euglena*. Un singur exemplar de ciupercă poate ataca și suge întreg conținutul din peste 50 de euglene.

Reproducerea sexuată este o anizogametangiogamie. Se contopesc vezicule centrale ale indivizilor masculini (mai mici) cu ale celor feminine (mai mari). Se formează un hipnozigot dicariotic (se produce numai plasmogamia). Cariogamia are loc mai târziu, urmată de meioză și formarea a numeroși zoospori haploizi. Aceștia sunt puși în libertate printr-un tub de germinare al sporocistei (tip inoperculat). Sporii se fixează de euglene, germinează și dau naștere la vezicula centrală și rizoizi, cu care atacă în continuare alte euglene.

La fam. ***Chytridiaceae*** (cu corpul vegetativ monocentric) și ***Megachytridiaceae*** (cu corpul vegetativ policentric, cu mai multe zoosporociste, legate între ele prin rizoizi), sporii sunt eliberați din sporociste printr-un căpăcel (tip operculat), în opoziție cu familia anterioară cu tip inoperculat.

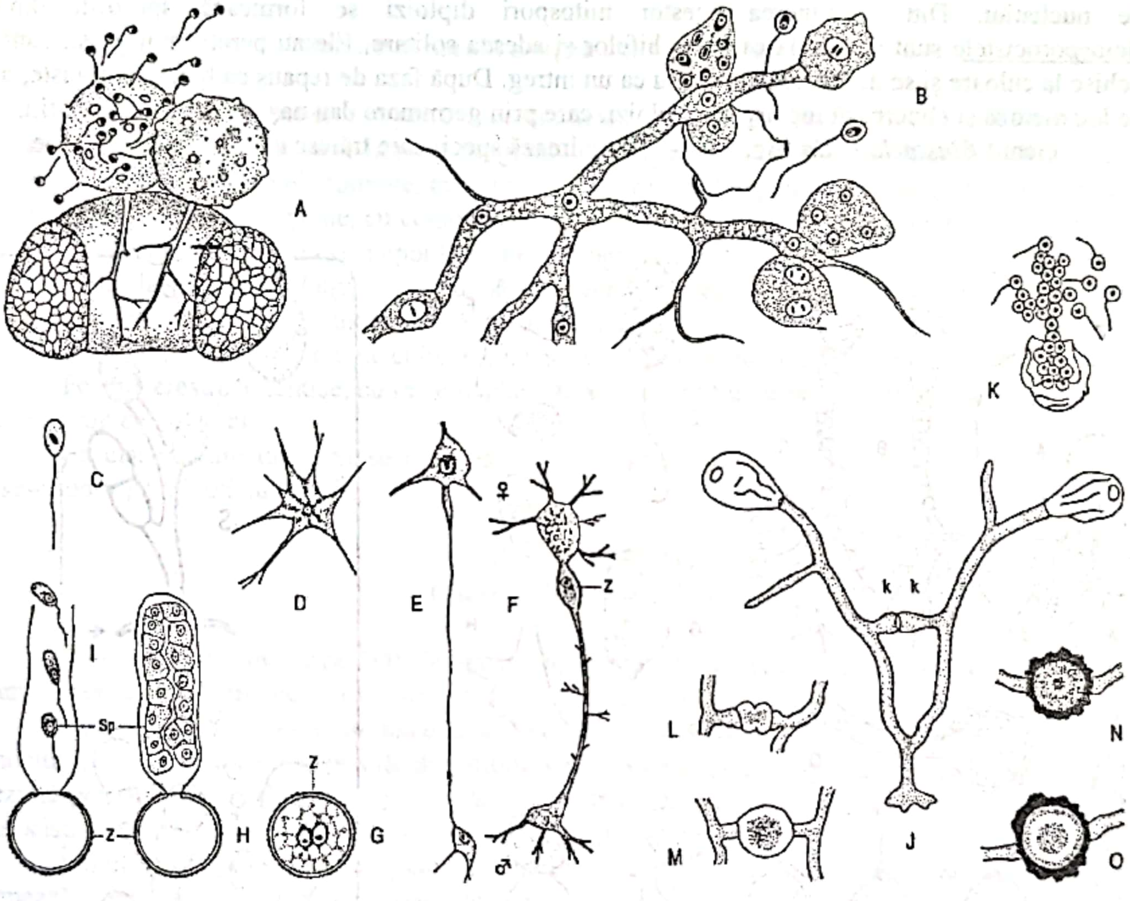


Fig. 25. *Chytridiomycetes, Chytridiales, Rhizophydium pollinis*: A – zoosporocist cu papile de golire și cu zoospori opistoconți care ies din acesta, se atașează de un grup de polen de *Pinus* și trimit în interior haustori; B – *Polychytrium aggregatum* – miceliu tubular mic plurinuclear cu sporociste diferit dezvoltate și doi zoospori opistoconți; C-I – *Polyphagus euglenae*: C – zoospor; D – corp vegetativ care trimite rizoizi; E – împerechere între individul ♂ (mai mic) și cel ♀ (mai mare); F – nucleu ♂ în viitorul zigot (z); G – zigot cu nuclei ♂ și ♀ încă necontopiți; H-I – dezvoltarea și golirea zoosporocistei (sp.); J-O – *Zygochytrium aurantiacum*: J – faza tânără cu două sporociste terminale golite și două gametangii care se împerechează (k); K – zoosporocist în faza de golire; L-O – formarea zigotului din gametangii care se împerechează; O – hipnozigot matur („zoospor") (A- după Uebelmesser; B- după Ajello; C-I- după Wagner; J-O- după Sorokin, din Strasburger, 1999)

1.2. Ordinul *BLASTOCLADIALES*

(gr. blastos-mugure, înmugurit și klados-ramură)

Ordinul încadrează ciuperci, în majoritate saprotrofe, care trăiesc în ape dulci, pe resturi de plante și animale intrate în putrefacție. Unele sunt edafice, iar altele parazite pe animale nevertebrate.

Corpul vegetativ (fig. 26 A-H) este un tal alcătuit din hife. La capătul hifelor se delimitează, prin pereți transversali, mai multe rezervoare de celule germinative, care ne amintesc de înmugurirea drojdiilor. Talul este ancorat în substrat prin apendici de felul rizoizilor. Particularitățile reproducerii se pot clarifica la ciuperca de sol „eucarpă" *Allomyces*. Ciclul de viață prezintă o schimbare de generații izomorfă (fig. 26-P).

Gametofitul. La capetele hifelor apar septuri care izolează gametangii de restul miceliului. Gametangii masculi sunt foarte apropiați de cei femeli și pun în libertate gameții prin papile de golire deschise la capete. Gameții masculi sunt mai mici și colorați în roșu-oranj (datotită β-carotenului), iar cei feminini, mai mari, sunt incolori. Gameții feminini secretă substanța sirenină, care atrage chemotactic gameții masculini.

După anizogamie se formează zigotul diploid, numai în primele faze prevăzut cu doi flageli.

Sporofitul rezultă din germinarea zigotului diploid și este asemănător gametofitului ca formă și dimensiuni. Pe segmente de hife ale sporofitului se dezvoltă două tipuri de sporociste: mitosporociste și meiosporociste. Mitosporocistele situate lateral și cu pereții celulari subțiri, pun în libertate, printr-o papilă deschisă la capăt, mitosporii diploizi rezultați prin diviziuni exclusiv mitotice ale nucleului. Din germinarea acestor mitospori diploizi se formează sporofiți diploizi. Meiosporocistele sunt situate la capetele hifelor și adesea solitare. Ele au pereții mai groși, sunt mai închise la culoare și se desprind de miceliu ca un întreg. După faza de repaus ca hipnosporociste, în ele are loc meioza și eliberează meiospori haploizi, care prin germinare dau naștere la noi gametofiți.

Genul ***Blastocladiella*** (fig. 26 A-H) încadrează specii care trăiesc în sol. Sunt holocarpe.

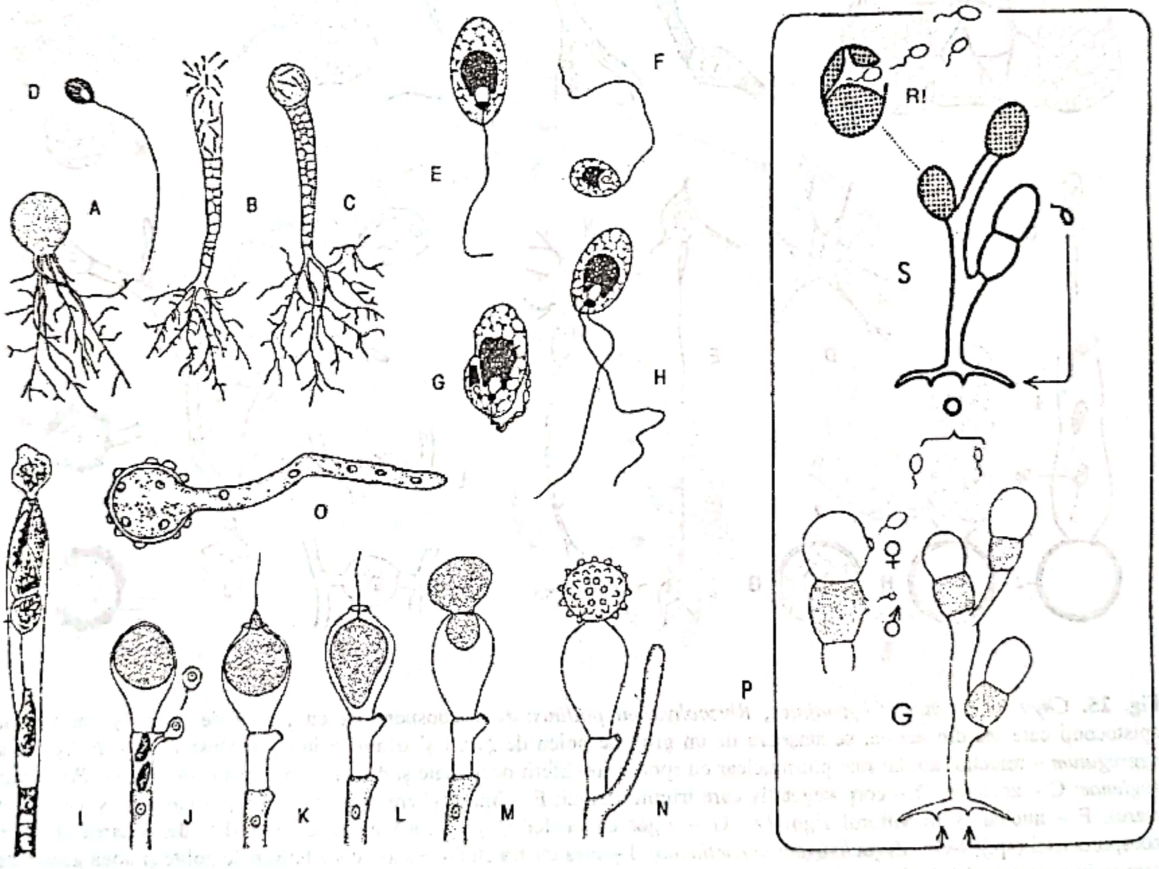


Fig. 26. *Chytridiomycetes*: A-H – *Blastocladiales*: *Blastocladiella variabilis*: A – sporofit; B – zoosporocist în golire; C – sporocist de durată; D – zoospor; *Allomyces javanicus*: E – gamet ♀ cu flagel opistocont; F – gamet ♂ cu flagel opistocont; G – împerecherea celor doi gameți; H – planozigot cu 2 flageli; I-O – *Monoblepharidales*: I – sporocist cu zoospori care ies; J – capătul unui filament cu un oogoniu și spermatogoniul care se află dedesubt și din care iese un spermatozoid; K – un spermatocist a pătruns în oogoniu și se contopește cu oosfera: L – contopirea a avut loc; M – oosfera fertilizată iese afară din oogoniu; N – hipnozigot cu perete tare, țepos; I – *Monoblepharis macrandra*; J-O – *M. sphaerica*; P – *Allomyces (Blastocladiales*, schema schimbării de generații (G și S) (A-D- după Harder et Soergel; E-H- după Kniep; I-N- după Woronin; O- după Laibach, din Strasburger, 1999)

1.3. Ordinul *MONOBLEPHARIDALES*

Ordinul încadrează ciuperci saprotrofe pe resturi vegetale (ramuri, frunze, fructe) sau cadavrele insectelor din ape dulci. Apar, de regulă generală, primăvara şi toamna.

Monoblefaridalele se deosebesc de ciupercile din ordinele anterioare prin lipsa rizoizilor pe tal şi prin reproducera sexuată, care este o oogamie. Celulele germinative feminine – oosferele – sunt lipsite de flagel şi se formează câte una într-un oogoniu. Cele masculine sunt mai mici şi cu flagel, poartă numele de spermatozoizi şi iau naştere în spermatogonii. Spermatozoizii pătrund în oogoniu printr-o deschizătură a acestuia (fig. 26 I-O). După fertilizare (oogamie) se formează zigotul diploid numit oospor (spor de repaus). La germinarea zigotului are loc meioza şi eliberarea zoosporilor haploizi, care prin germinare dau naştere la un nou tal de ciupercă. Sunt haplonte, fără schimbare de generaţie.

Genul ***Monoblepharis*** (fig. 26 I-O), cuprinde mai multe specii edafice, răspândite în ţări tropicale.

Privire generală asupra chitridiomicetelor

La acest grup de ciuperci se pot evidenţia unele progresii importante. În locul „holocarpiei" la formarea celulelor germinative se impune progresiv „eucarpia". De la izogamie funcţională facultativă a celulelor germinative (celule totipotente, care se comportă când vegetativ ca zoospori, când sexual ca izogameţi) s-a trecut la izogamie, cu contopirea izogameţilor stabiliţi genotipic, apoi la anizogamie → oogamie (la *Monoblepharidales*) şi apoi la gametangiogamie.

Izolat la *Olpidium*, *Polyphagus*, după contopirea gameţilor are loc o decalare a cariogamiei faţă de plasmogamie şi, deci, o intercalare între acestea a unei dicariofaze.

Talurile nude, fără pereţi de chitină, sunt adaptate la un mod de viaţă parazit intracelular.

Forme terestre autentice, cu micelii adaptate acestui mediu aerian terestru, încă nu se întâlnesc la acest grup de ciuperci.

La clasele care urmează se întâlnesc forme adaptate mediului aerian terestru şi ca urmare lipsesc sporii prevăzuţi cu flageli.

5.2. Clasa *ZYGOMYCETES*

– Ciuperci formatoare de zigospori

Zigomicetele sunt circa 500 de specii, în majoritate terestre, saprotrofe dar şi parazite pe plante superioare terestre, pe alte ciuperci, insecte, animale şi om.

Corpul vegetativ este un miceliu alcătuit din hife neseptate cu numeroşi nuclei (miceliu cenocitic), care corespunde treptei de dezvoltare sifonală de la unele alge eucariote. Rareori, miceliul prezintă pereţi transversali (septuri), care apar la extremităţile hifelor, la formarea gametociştilor şi sporocistilor. Pereţii miceliului sunt alcătuiţi din chitină şi chitozan.

Înmulţirea asexuată este adaptată la viaţa de uscat. În interiorul sporocistelor (fig. 27 A, B) se formează spori înveliţi în pereţi celulari, care, eliberându-se din sporocist, se răspândesc prin intermediul curenţilor de aer.

Ca urmare a adaptării la mediul aerian-terestru, se poate urmări la *Zygomycetes* evoluţia organelor de înmulţire de la sporociste cu endospori (care au nevoie de o perioadă îndelungată de timp pentru a se forma) la conidii (exospori) mai mici şi mai multe (fig. 27 C, D), care se formează într-un timp mai scurt.

Reproducerea sexuată se caracterizează prin faptul că niciodată nu se formează gameţi. Procesul sexual este o gametangiogamie, adică se contopesc în întregime cele două tipuri de gametangii (gametocisti). La speciile homotalice, gametociştii masculini şi feminini se formează pe acelaşi miceliu, pe când la cele heterotalice pe micelii diferite. Gametociştii sunt, deseori, de aceeaşi formă şi dimensiuni şi conţin, de regulă generală, mai mulţi nuclei. La capătul hifelor miceliului, prin apariţia unui sept se delimitează o celulă mare, polinucleată, mai umflată, care reprezintă gametocistul. Prin alăturarea gametociştilor la formele homotalice, sau a filamentelor heterotalice, are loc contopirea gametociştilor. Se contopesc protoplaştii, iar nucleii (+ şi -) fuzionează rezultând mai mulţi nuclei diploizi (procesul portă numele de cariogamie multiplă).

În urma contopirii gametangiilor polinucleare rezultă o celulă mare cu nuclei diploizi, care poartă numele de zigospor (zigot de supreviețiure), care se acoperă cu o membrană groasă cu spini. Acesta intră într-o perioadă de repaus (viaţă latentă) şi poartă numele de hipnozigot. În timpul germinației hipnozigotului se formează o hifă cu un sporocist embrionar în capăt. În sporocist, după meioză și repartizarea citoplasmei la nucleii haploizi rezultați, se formează mai mulți meiospori, unii de potență + și alții -, din care rezultă micelii heterotalice. Alteori meiosporii dau naștere la micelii homotalice.

Sistematica. Clasa cuprinde următoarele ordine: *Mucorales*, *Endogonales*, *Entomophtorales* și *Zoopagales*.

2.1. Ordinul *MUCORALES*

Acest ordin încadrează ciuperci adaptate mediului aerian-terestru, care au multe trăsături comune, în alcătuirea talului, cu oomicetele. Se deosebesc de acestea prin peretele celulei alcătuit din chitină și chitozan. Alte particularități de structură, ca adaptări la mediul aerian-terestru, le deosebesc profund de oomicete. Miceliul mucoralelor prezintă particularități esențiale de structură, și anume: stolonii, rizoizii, clamidosporii, oidiile, apresorii, haustorii ș.a. care au mare importanță sistematică.

Miceliul este alcătuit din hife hialine ramificate și neseptate, care se desfășoară la suprafața substratului nutritiv. În substrat pătrund ramificații speciale ale miceliului numite riziozi. La unele specii, pe suprafața substratului, miceliul formează hife arcuite, îngroșate, numite stoloni. Cu vârsta, hifele se septează în celule, care apoi se transformă în oidii (mai ales la Mucoralele cultivate pe medii nutritive, bogate în glucide). Oidiile, ca mod de înmulțire asexuată, apar la unele specii (ca *Mucor racemosus*) și în culturile tinere de ciuperci insuficient aerisite.

Miceliul apare ca o masă citoplsamatică cu numeroși nuclei, neseptat, cu un înveliș comun, cu alcătuire chimică de ciuperci autentice. Septurile apar numai la îmbătrânirea hifelor sau când ciupercile sunt cultivate pe mediu nutritiv lichid. Astfel, la cultivare pe mediu nutritiv lichid, miceliul se fragmentează în celule care apoi se înmulțesc prin înmugurire, ca drojdiile (la *Mucor racemosus*). În condiții normale de mediu, septurile apar numai la formarea gametociștilor și sporocistelor.

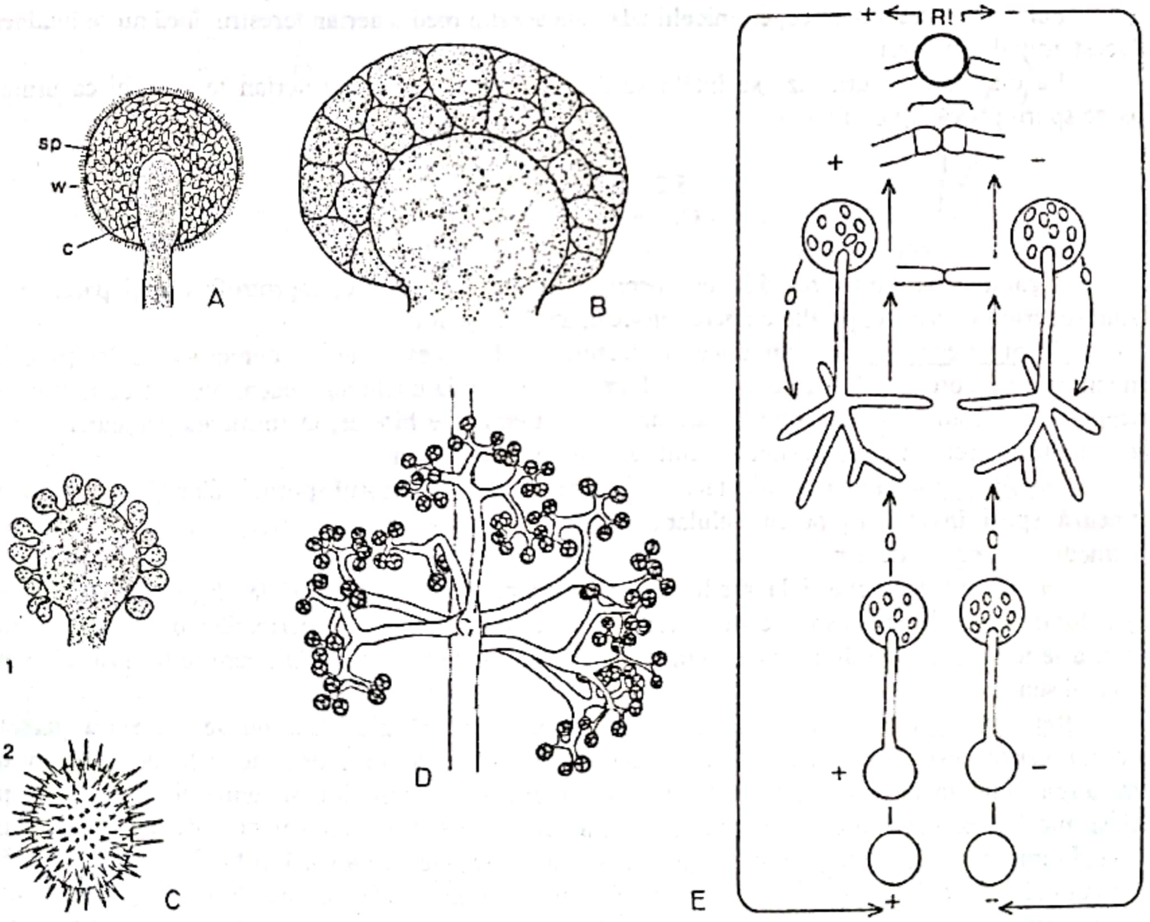


Fig. 27. *Zygomycetes, Mucorales*: A – sporocist de la *Mucor mucedo* în secțiune longitudinală: c – columelă; w – perete; sp – sporii sporocistului; B – secțiune printr-un sporocist ajuns la maturare cu mitospori plurinucleari de la *Sporodinia grandis*; C – *Cunninghamella echinulata*: 1 – formarea conidiilor; 2 – conidie; D – *Thamnidium elegans*: ramificații ce poartă sporociste; E – Ciclul de viață haplontic în care numai zigotul (în care are loc R!) este diploid (A- după Brefeld; B- după Harper; C- după Moreau; D- după Webster; E- după Bresinscky, din Strasburger, 1999)

Sporocistele (fig. 27-A) se formează la suprafața substratului, în vârful unor hife miceliene tubuloase și au formă, de regulă generală, sferică. În sporociste se formează numeroși mitospori, de formă rotundă, înconjurați de un perete celular rigid, care le asigură rezistența la uscăciunea atmosferică și îi fac să-și păstreze puterea de germinare un timp mai îndelungat. Prin crăparea pereților sporocistelor, sporii sunt eliberați. Alteori, sporocistele, cu puțini până la un singur spor, sunt unități de răspândire, care, cad ca un întreg și poartă numele de sporocistiole. Rareori, la *Mucorales* se întâlnesc și reprezentanți cu sporulație asexuată sub formă de conidii.

Deci, înmulțirea asexuată se realizează prin oidii, înmugurire, mai rar prin conidii și, de regulă generală, prin spori neflagelați, formați în sporociste numite sporangiospori.

Reproducerea sexuată, de regulă generală, este o gametangiogamie, în urma căreia se formează un zigospor (zigot colector) (fig. 28 A-D), care intră într-o perioadă de latență și se numește hipnozigot (zigot de repaus).

Mucoralele sunt ciuperci heterotalice. Vârfurile hifelor miceliene se delimitează de hifele purtătoare prin septuri și astfel devin gametociști plurinucleari. Ambele micelii (+ și -) purtătoare de gametociști sunt influențate reciproc prin substanțe stimulatoare numite gamoni. Prin curbarea hifelor unele spre altele, gametociștii se apropie, peretele dublu dintre aceștia dispare și astfel, are loc contopirea lor și formarea zigotului. Zigotul plurinuclear (cu nuclei + și -) se înconjoară cu un perete gros, la exterior cu excrescențe în formă de țepi și poartă numele de zigospor. În zigospor, nucleii cu valențe opuse se împerechează doi câte doi. La sfârșitul perioadei de repaus, în zigospor (hipnospor) numai o singură pereche de nuclei se contopesc (în timp ce restul dispar). Se formează, astfel, zigosporul diploid. La germinare, în zigospor are loc meioza și se formează patru nuclei haploizi. Dintre aceștia trei dispar și rămâne un singur nucleu haploid, care se transformă în meiospor. La capătul tubului de germinare, format din germinarea zigosporului, se formează un sporocist de germinare sferic (fig. 28-J), în care au ajuns numeroși meiospori, rezultați prin mitoze succesive din meiosporul inițial. Acești meiospori aparțin unui singur tip de încrucișare (+ sau -). Sporocistele de germinare se delimitează de hifele purtătoare printr-un perete transversal (sept), care se alungește și se boltește în sporocist, alcătuind columela. La diferite specii de zigomicete există abateri în construcția sporocistei, a gametangilor, a zigosporilor, a cariogamiei și în general a comportamentului la reproducere, așa cum a rezultat și din prezentarea caracterelor generale ale clasei.

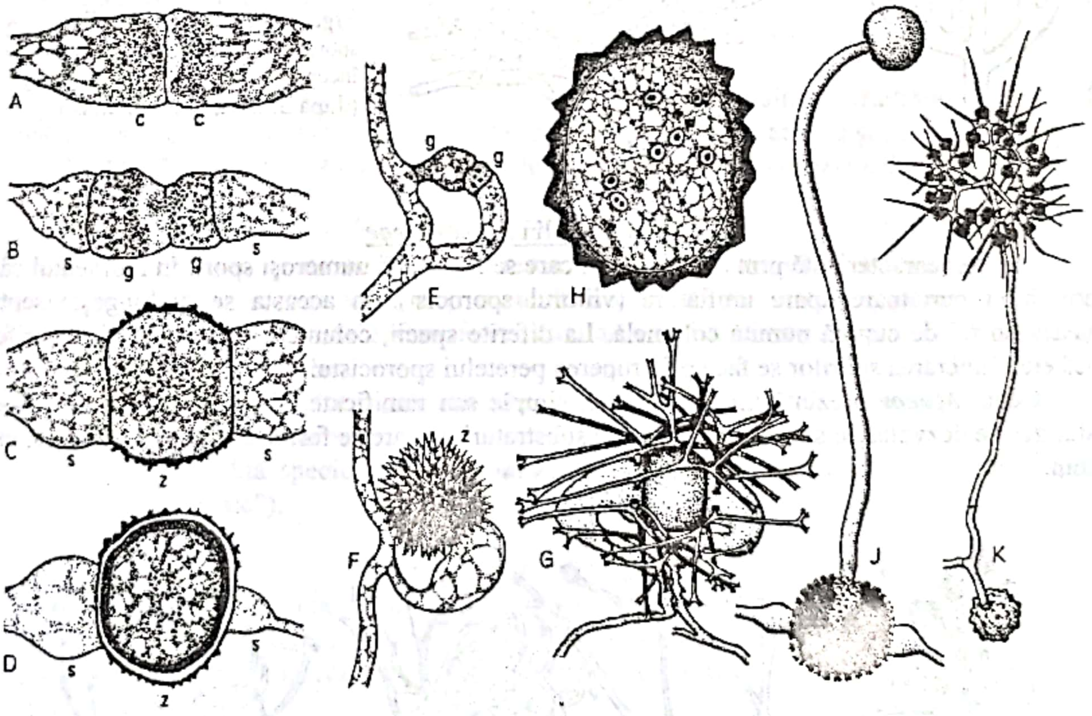


Fig. 28. *Zygomyces, Mucorales*: A-D – Organele de fertilizare și formarea hipnozigotului de la *Sporodinia grandis*: c- capetele hifelor de împerechere; g – apariția septelor și formarea gametociștilor plurinucleari; s – suspensor; z – zigot plurinuclear (zigospor) cu perete gros; E, F – asemănător la *Zygorrhynchus moelleri*; G – *Phycomyces blakesleeanus* – zigot înconjurat cu filamente de învelire; H – *Mucor hiemalis*: zigot cu nuclei haploizi, contopirea acestora și formarea nucleilor diploizi; J – *Mucor mucedo* – sporocist de germinare; K - *Chaetocladium jonesii*: germinarea zigotului și formarea purtătorilor de conidii (A-D- după Keene; E, F- după Green; G- după Gwynne Vaughan; H- după Moreau; K- după Brefeld, din Strasburger, 1999)

Sporocistele se pot deschide printr-un por (la genul *Saksenaea*) și eliberează sporii, însă, de regulă generală, sporii sunt eliberați prin crăparea peretelui sporocistei. Sporii sunt adaptați pentru răspândirea prin intermediul curenților de aer.

Tendințele evolutive în cadrul clasei *Zygomycetes* sunt ca sporii să se reducă puternic ca număr în sporociste, sporocistele să-și reducă progresiv mărimea, să regreseze treptat columela, iar sporocistele cu puțini spori sau cu un spor să se răspândească, prin curenți de aer, ca entități independente. La sfârșitul acestei dezvoltări progresive, sporocistele devin conidii dezvoltate exogen (fig. 28-K). În conidii, capacitatea de formare a sporilor este treptat încetinită (*Haplosporangium*) sau a dispărut complet (*Cunninghamella*).

În funcție de condițiile externe (hrană, temperatură), unele specii formează sporociste sau conidii. La ***Pilobolus*** (Aruncătorul de pilule) (fig. 31 A-B) sporocistul funcționează ca o conidie. Trăiește pe bălegarul de cal și aruncă sub presiunea turgescenței, sporocistul său întreg, colorat în negru, de pe purtătorii cu fototropism pozitiv, în direcția luminii, inițial cu o viteză de circa 10 m/sec., până la distanța de 2,4 m pe orizontală și 1,8 m în înălțime (după A. Bresinsky, in Strasburger, 1999).

Gametangiile pot fi la fel alcătuite și contopirea lor se numește izogametangiogamie, sau diferite ca formă și comportament și contopirea lor se numește anizogametangiogamie.

Hipnozigoții sunt, deseori, protejați prin hife învelitoare. Acest fapt reprezintă începutul formării corpului fruct, care devine regulă generală la ciupercile superioare ascomicete și bazidiomicete. La *Absidia*, din suspensorul gametangiului pornesc excrescențe lungi, neramificate, de culoare brunie, care învelesc hipnozigotul (= zigosporul). La *Phycomyces*, de la ambii suspensori ai gametangilor (= gametociștilor) pornesc apendice negre, ramificate, care acoperă zigosporul (fig. 28-G). *La* ***Mortierella*** (fig. 29) se formează în jurul fiecărui zigospor izolat, iar la *Endogone* (din ordinul următor) în jurul mai multor zigoți se dezvoltă o împletitură de hife strâns alipite.

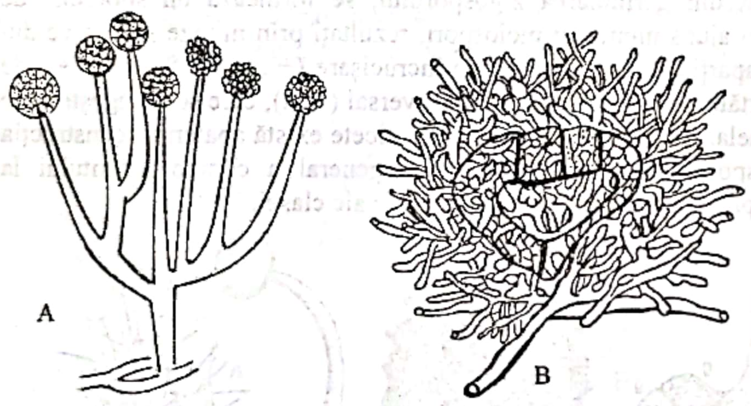


Fig. 29. *Mortierella:* A – sporangioforul cu sporangi; B – zigotul înconjurat de hife (corp fructifer primitiv) (după Sizova, din Gorlenko)

Familia *Mucoraceae*

Familie caracterizată prin sporociste în care se formează numeroși spori. În momentul când la capătul hifei purtătoare apare umflătura (viitorul sporocist), în aceasta se prelungește septul și formează un fel de cupolă numită columelă. La diferite specii, columela poate fi sferică, piriformă, conică etc. Eliberarea sporilor se face prin ruperea peretelui sporocistului.

Genul ***Mucor*** prezintă hife purtătoare, simple sau ramificate, și sporociste sferice. Speciile acestui gen se dezvoltă pe sol, bălegar sau alte substraturi pe care se formează un praf albicios, gri sau cafeniu.

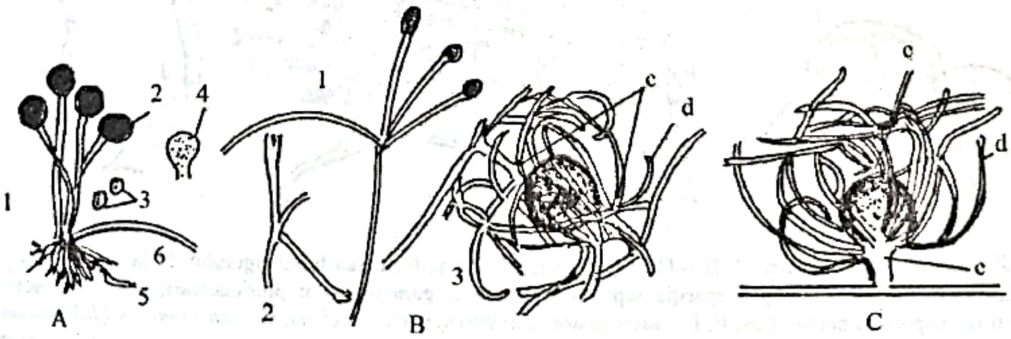


Fig. 30. A – *Rhizopus*: 1 – sporangioforul (purtătorul de sporociste); 2 – sporocistul; 3 – spori; 4 – columela; 5 – rizoizi; 6 – stolonul; B – *Absidia glauca*: 1 – stolonul cu fascicul de sporangiofori cu sporocisti; 2 – colonița și colarul; 3 – zigotul cu suspensori (c) și apendici de învelire; C – *A. spinulosa*: zigotul cu suspensor (c) și apendici de învelire (d) (după Sizova, din Gorlenko)

Mucoraceele sunt caracteristice pentru solurile arabile și participă la ciclul azotului în natură. Unele specii (ca *Mucor hiemalis*) descompun substanțele pectice, altele, sub formă de drojdii mucorale, sunt utilizate la fabricarea băuturilor alcoolice sau a altor produse pentru bucătăria orientală (Asia de S-E).

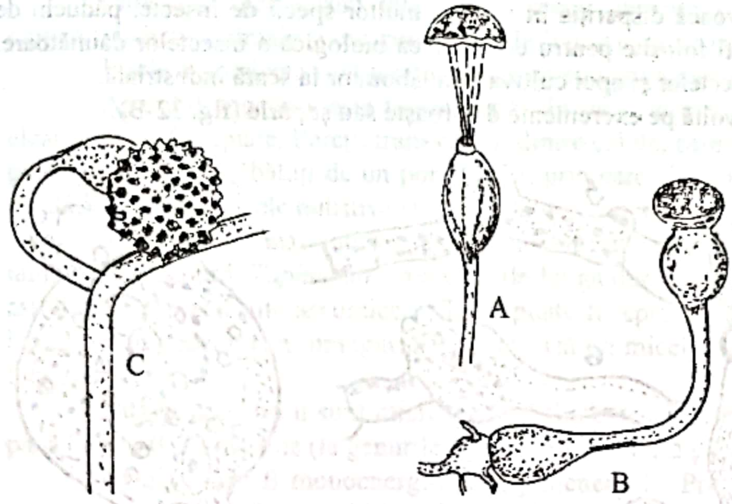


Fig. 31. A – *Pilobolus* cu aruncarea căpăcelului; B – sporoforul matur cu trofocistă; C – zigotul la *Zygorhynchus* (după Sizova, din Gorlenko)

În cadrul genului *Mucor* se află și specii patogene, producătoare de boli. Astfel, *M. racemosus* produce dermatomicoze la om, iar *M. pusillus* atacă organul auzului la om.

Genul ***Phycomyces*** are hife purtătoare ale sporocistelor de culoare verde-albăstruie, cu luciu metalic, care pot ajunge la 30 cm lungime și sporociștii de culoare galben-aprins la început, apoi, spre maturare capătă o culoare neagră. Fiecare sporocist poate conține până la 70.000 de spori. *Ph. blakesleeanus* (fig. 28-G) se utilizează în cercetări fiziologice, genetice, biochimice etc.

Genul ***Rhizopus*** (fig. 30-A) se caracterizează prin hife aeriene îngroșate numite *stoloni*. Stolonii se află la suprafața substratului, iar din aceștia pornesc rizoizii de culoare brună, care pătrund în substrat și absorb hrana. De pe miceliu pornesc hife aeriene, purtătoare ale sporocistelor (mari, negre, cu o columelă sferică, mare, în mijloc). *Rh. stolonifer (Rh. nigricans)* formează mucegaiul gri pe lemne, fructe, capsule și fire de bumbac, pe semințe încolțite ș.a. Împreună cu speciile *Rh. oryzae, Rh. nodosum* ș.a. se folosesc în industrie la obținerea spirtului, a acizilor organici etc.

Genul ***Absidia*** prezintă sporociști în formă de pară. *A. corymbifera* provoacă bronhomicoze la om, uneori atacă SNC, în unele cazuri afecțiunile fiind chiar letale: *A. glauca* (fig. 30-B), *A. spinulosa* (fig. 30-C).

Genul ***Mortierella*** formează sporangi fără columelă sau cu columelă rudimentară, la capetele sporangioforilor simpli ori ramificați (fig. 29). Se întâlnește în solurile arabile și de pădure.

Alte genuri: ***Pilobolus*** (Aruncătorul de pilule) (fig. 31 A-B), ***Zygorrhynchus*** (fig. 31-C).

2.2. Ordinul *ENDOGONALES*

Ordinul încadrează specii saprotrofe pe resturi vegetale, în straturi de mușchi sau în sol.

Miceliul este la început neseptat și cu mulți nuclei, iar mai târziu apar pereții transversali (septuri). Acesta formează micorize endotrofe veziculo-arbusculare cu rădăcinile unor graminee (grâu, orz etc.), tomate, căpșuni sau meri.

Corpurile sporifere se formează subteran, sunt mari cât o alună și se numesc sporocarpi. Deseori acestea întocmesc și micorize.

Cea mai răspândită specie este ***Endogone lactiflua***, la care sporocarpul conține un suc de culoare roz-pal („suc lactic").

2.3. Ordinul *ENTOMOPHTORALES*

Ordinul încadrează circa 50 de specii parazite pe alge eucariote, pe protalul ferigilor, pe insecte. Unele forme sunt saprotrofe pe excrementele șopârlelor, lăcustelor etc.

Miceliul acestor ciuperci este fragmentat sau se fragmentează în celulue mono- sau plurinucleare.

Înmulțirea asexuată se realizează, aproape fără excepție, prin conidii, care au derivat din sporociste.

Reproducerea sexuată se face prin contopirea gametangilor, care se diferențiază pe același filament sau pe filamente vecine.

Hipnozigotul (zigosporul) se formează sub forma unei excrescențe a gametangilor uniți.

Entomophtora muscae (fig. 32-A) este parazită pe muștele de casă, la care provoacă „boala de toamnă a muștelor". Conidia cu mulți nuclei este aruncată de către conidiofor. Dacă ajunge pe o muscă, emite un tub de germinare, care pătrunde în interiorul corpului acesteia şi aici formează un miceliu parazit care omoară musca. Din cadavrul muştei ies în afară purtătorii de conidii, în vârf cu conidii, care înconjoară musca moartă. Aceasta se poate observa pe geamul unei ferestre.

E. fresenii este parazită pe albine.

Ciupercile entomoftorale provoacă dispariţia în masă a multor specii de insecte: păduchi de frunze, ţânţari, lăcuste etc., încât pot fi folosite pentru combaterea biologică a insectelor dăunătoare. Ele pot fi colectate de pe cadavrele insectelor şi apoi cultivate în laborator la scară industrială.

Basidiobolus ranarum se dezvoltă pe excremente de broaşte sau şopârle (fig. 32-B).

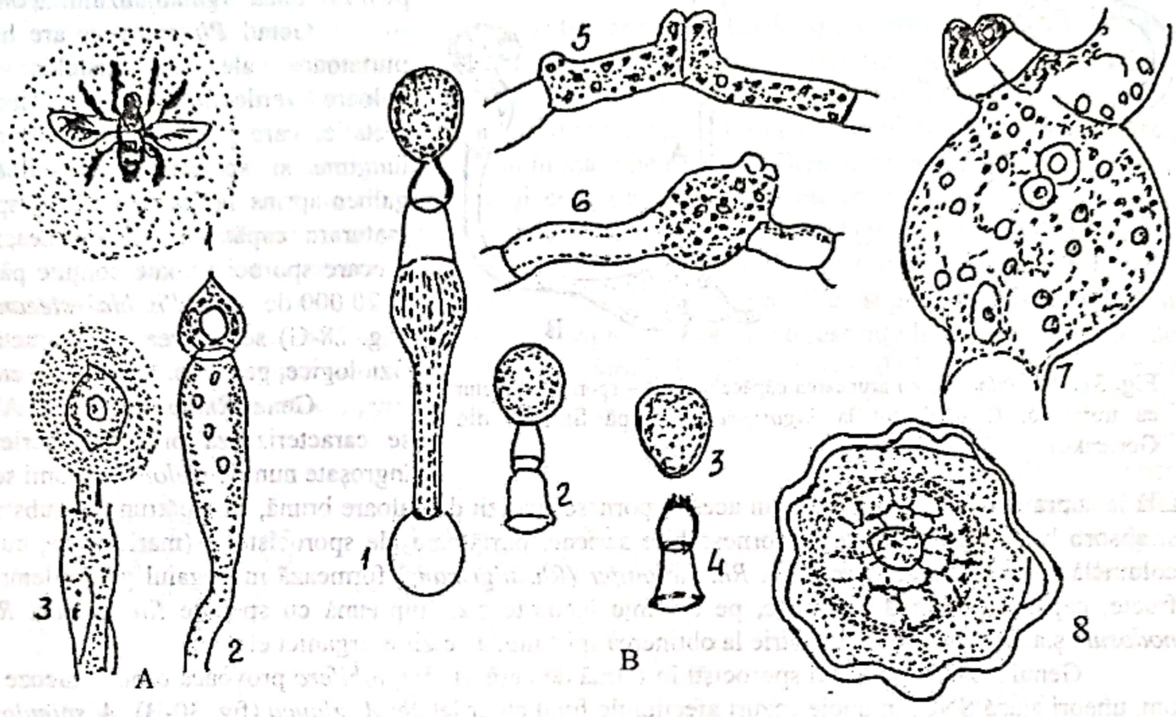


Fig. 32. A. - *Entomophtora muscae*: 1 – musca înconjurată de praful de conidii; 2 – conidioforul cu conidia; 3 – conidia; B – *Basidiobolus ranarum:* 1 – conidiofor cu conidie; 2 – conidie, rămasă unită cu vârful conidioforului; 3 – conidie; 4 – vârful conidioforului; 5-8 – procesul sexuat şi formarea zigosporului (după Sizova, din Gorlenko)

2.4. Ordinul *ZOOPAGALES*

Acestea sunt ciuperci care se hrănesc cu amibe, nematode. Miceliul înconjoară prada, iar ultimele ramificaţii ale acestuia se transformă în haustori, cu care extrag hrana. Unele specii pot fi saprotrofe pe frunze în curs de putrezire, bălegar etc. Ex. ***Zoopage thamnospira***.

Clasa *TRICHOMYCETES*

Trichomicetele ocupă o poziţie sistematică controversată. Uneori este încorporată la *Zygomycetes*. Sunt circa 60 specii parazite în sau pe insecte de apă, crustacee sau miriapode. Nu este clar, totuşi, statutul lor: paraziţi sau comensali.

Miceliul este puternic regresat, iar pereţii acestuia sunt alcătuiţi din galactozamină şi galactan.

Prin unele caractere se înrudesc cu zigomicetele, însă apar şi stadii amoeboidale în ciclul lor de viaţă. Se pare că nu sunt ciuperci ci alge care şi-au pierdut clorofila.

5.3. Clasa *ASCOMYCETES*

Din această clasă sunt cunoscute circa 30.000 specii de ascomicete, diverse atât ca structură cât şi ca mod de viaţă. Ca şi bazidiomicetele, sunt preponderent terestre. În mod secundar, unele specii au trecut la mediul acvatic, de apă dulce sau sărată.

În natură sunt întâlnite pretutindeni. Sunt saprotrofe în sol, pe litieră, pe diverse substraturi vegetale (lemn, plante moarte în curs de descompunere) dar şi în seva plantelor vii. Unele specii, neavând capacitate competiţională, au ocupat nişe ecologice inaccesibile altor ciuperci. Aşa sunt ascomicetele cheratinofile, care trăiesc pe substraturi animale bogate în cheratină (copite, coarne, solzi de reptile etc.).

Unele specii fac parte din grupa descompunătorilor de materie organică, alături de mixomicete şi bacterii. Ele contribuie la mineralizarea resturilor vegetale care conţin celuloză şi lignină, redând astfel circuitului naturii unele elemente chimice. Sunt specii care provoacă mucezirea şi descompunerea diferitelor materiale de natură vegetală sau animală.

Între ascomicete sunt întâlnite şi specii parazite şi patogene pe plante superioare, alge, ciuperci, licheni, animale şi om, provocând boli grave, greu de combătut.

Unele ascomicete sunt producătoare de substanţe biologic active, larg utilizate în economie.

Aparatul vegetativ este foarte variat. În mod normal, acesta este un miceliu bogat ramificat, alcătuit din hife septate. Pereţii transversali dintre celule, care se formează în mod centripetal (caracter plesiomorf) sunt străbătuţi de un por simplu, prin care circulă citoplasma şi organitele de la celulă la celulă, dar şi substanţele nutritive spre zonele de creştere.

Miceliul cel mai întâlnit la ascomicete este primar, de lungă durată, alcătuit din celule uninucleate. La ord. *Taphrinales* miceliul de lungă durată este cel secundar dicariotic, deosebindu-se, astfel, de toate celelalte ascomicete. Talul poate fi reprezentat şi din celule izolate la drojdii, care se înmulţesc abundent prin înmugurire şi formează un miceliu lăstar (fig. 12-6), sub forma unor lanţuri lungi de celule.

Numeroase specii sunt microscopice, dar există şi ascomicete macroscopice, de la câţiva mm până la 10-30 cm mărime (la genurile *Gyromitra, Helvella* ş.a.).

Celula poate fi monoenergidă sau polienergidă. Prezintă la exterior un perete rigid, în care componentele de bază sunt chitina şi glucanii (polimeri ai D-glucozei, care se deosebesc de glucoză prin caracterul legăturilor dintre monomeri). Conţinutul în chitină al peretelelui celular este mai redus (până la 20%) faţă de celulele chitridiomicetelor (la care ajunge până la 60%). Celulele de drojdii conţin abia 1% chitină în peretele celular, însă în cantitate mai mare se află glucani şi manane (polimeri ai manozei).

Înmulţirea asexuată se realizează prin conidii (forma anamorfă), care reprezintă o progresie faţă de sporocistele cu mai mulţi spori. Conidiile se formează într-un timp mai scurt, exogen, pe miceliul primar haploid, în vârful unor hife specializate, deosebite de restul miceliului, numite conidiofori.

Conidioforii cu conidii se dezvoltă pe miceliu, câte unul sau grupaţi în fascicule numite coremii, în straturi compacte pe suprafaţa împletiturilor de hife şi poartă numele de acervule sau în interiorul unor structuri sferice sau piriforme, ce posedă un orificiu pentru eliminarea sporilor-picnospori, numite picnidii.

Sporulaţiile conidiale se dezvoltă în perioada de vegetaţie a ciupercilor şi astfel se diseminează în masă. La ascomicetele parazite, conidiile se formează pe plantele vii, iar sporii în asce (ascospori), pe părţile moarte ale plantelor, la sfârşitul perioadei de vegetaţie sau primăvara.

Forma teleomorfă (de ască cu ascospori) la anumite grupe de ascomicete se dezvoltă rar şi nu poate fi obţinută nici în condiţii artificiale de cultură ale ciupercii respective. De aceea, în stare naturală, cel mai adesea, ascomicetele se întâlnesc ca forme anamorfe (în stadiul conidial). În astfel de situaţii, stadiile conidiale au denumiri proprii, de sine stătătoare, adesea mai larg răspândite şi cunoscute decât stadiile ascale. Astfel, deşi la multe specii de *Penicillium* şi *Aspergillus* se cunosc stadiile de asce cu ascospori, ele sunt mult mai cunoscute sub numele formelor conidiale. Între acestea, *Emericella nidulans*, folosită pe scară largă în cercetările genetice, este numită şi cunoscută şi ca *Aspergillus nidulans*.

Reproducerea sexuată

Ca o adaptare la mediul aerian-terestru, la ascomicete lipsesc celulele germinative (sporii şi gameţii) flagelate.

Procesul sexual la ascomicetele inferioare (*Taphrinomycetidae* sau *Endomycetidae*) este asemănător cu zigogamia. Gametangiile (gametociştii) de sex diferit sunt identici morfologic sau diferă puţin şi reprezintă nişte ramificaţii ale miceliului. După contopirea lor, imediat are loc cariogamia şi formarea zigotului. Asca se dezvoltă din zigot, fără perioadă de repaus. Spre deosebire de majoritatea zigomicetelor, la care după contopirea gametangilor are loc o cariogamie multiplă cu formarea a mai mulţi nuclei diploizi, la ascomicetele inferioare, după contopirea gametociştilor plurinucleari se contopesc numai doi nuclei (câte unul din fiecare gametocist, deci o cariogamie simplă) şi se formează zigotul diploid. Din zigot se formează asca, în care, în urma meiozei, iau naştere opt ascospori haploizi.

Pentru ascomicetele superioare (*Loculoascomycetidae* şi *Ascomycetidae*) este carecteristică o gametangiogamie tipică numită ascogamie, în urma căreia se formează ascele cu ascospori (fig. 33).

Gametangii (gametociştii) sunt diferenţiaţi ca formă şi structură. Gametocistul feminin se numeşte ascogon şi este alcătuit din corpul ascogonului şi o prelungire filiformă numită trichogin. Gametocistul masculin este monocelular şi plurinuclear şi are formă de măciucă. Gametociştii se află, apropiaţi unii de alţii, pe miceliul haploid. Gametocistul masculin se uneşte cu trichoginul ascogonului. În procesul contoporii gametociştilor, întreg conţinutul gametocistului masculin trece prin trichogin în ascogon. Are loc plasmogamia, însă nucleii nu se contopesc, ci se alătură, doi câte doi, de potenţe diferite, alcătuind dicarionii. Ascogonul fertilizat germinează şi dă naştere la hife ascogene în care migrează perechile de nuclei. Hifele se ramifică şi în vârful lor se formează succesiv septuri, care separă celule binucleate.

Celula apicală a unei astfel de hife se îndoaie la vârf în formă de cârlig, în sens învers direcţiei de creştere. Nucleii dicarionului se amplasează în vârful acesteia şi se divid sincron formându-se, astfel, patru nuclei. Dintre aceştia, un nucleu trece în vârful cârligului, alţii doi (+ şi -) rămân în regiunea curburii, iar al patrulea (cu tip de încrucişare opus celui din vârf) rămâne în partea bazală a celulei. Toate aceste părţi sunt delimitate între ele prin septuri, separându-se o celulă dicariotică în regiunea curburii. Vârful cârligului, în care se află un nucleu, emite un canal spre celula bazală, prin care nucleul din vârf migrează spre aceasta, formându-se, astfel, o celulă dicariotă.

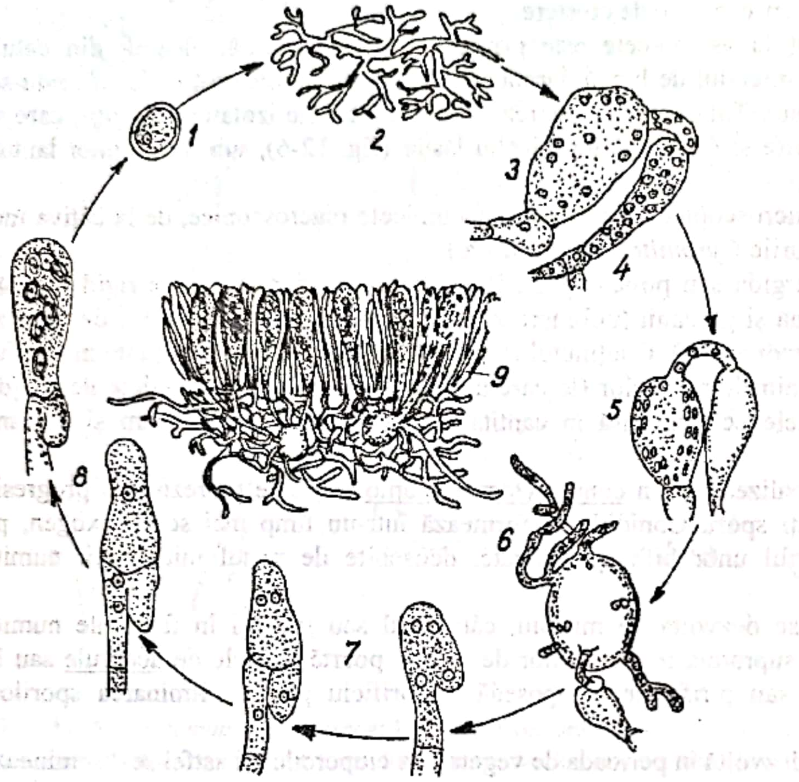


Fig. 33. Ascogamia şi formarea ascelor la *Pyronema confluens* (*Ascomycetae*): 1 – ascospor; 2 – miceliu primar; 3 – ascogonul cu trichogin; 4 – gametocistul ♂; 5 – gametangiogamia prin intermediul trichoginului; 6 – germinarea ascogonului fecundat şi formarea hifelor ascogene dicariotice; 7, 8 – formarea ascelor după modelul cârligului; 9 – stratul terminal cu asce dispuse în palisadă, între care se află parafize (după Soó)

Dintre cele două celule dicariotice, cea din regiunea curburii devine celulă proască (celula mamă a ascei). În aceasta are loc cariogamia şi se formează nucleul diploid. Acesta se divide meiotic şi se formează 4 nuclei haploizi. După meioză are loc o mitoză, obţinându-se în final, în majoritatea cazurilor, opt nuclei haploizi. Aceştia se înconjoară cu citoplasmă şi cu o membrană subţire şi devin ascospori (4)-8-(12) închişi în celula în formă de burduf, numită ască. Asca este, deci, un meiosporocist în care, după cele două diviziuni ale meiozei se mai adaugă încă o mitoză. La genul *Podospora* se formează, în urma a 7 diviziuni succesive, 128 ascospori.

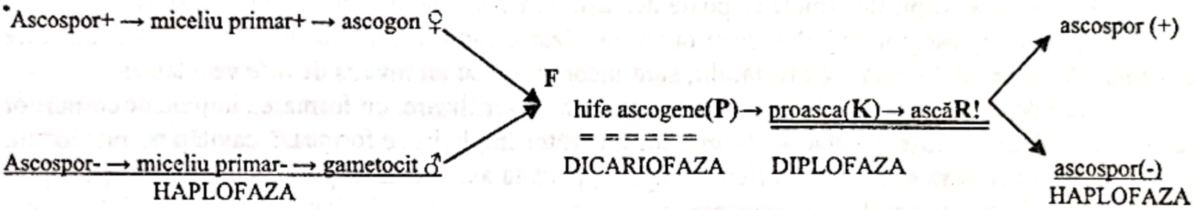
Modul de formare al ascelor cu ascospori a fost descris pentru prima dată de P. Clausen la discomiceta *Pyronema omphalodes* (*P. confluens*), în urma cercetărilor efectuate între anii 1907-1912 (după Sidorova, Gorlenko).

La alte ascomicete din ord. *Eurotiales*, ascele se formează sub formă de lanţuri, pornind de la celulele apicale ale hifelor ascogene sau de la ramificaţiile lor laterale.

În asce, ascosporii sunt înconjuraţi de citoplasmă neconsumată numită periplasmă, care are rol în hrănirea şi maturarea acestora. În ască, după matrarea ascosporilor, glicogenul (substanţă inactivă fiziologic) se transformă în glucoză (substanţă fiziologic activă). Aceasta duce la creşterea bruscă a turgescenţei ascei, iar ascosporii sunt expulzaţi cu putere până la o distanţă de circa 10 cm.

Formarea ascelor după modelul cârligului, cu restabilirea dicarionului în celula bazală şi cu repetarea formării cârligului la aceasta din urmă, asigură aranjarea ascelor în fascicule sau straturi, ceea ce uşurează diseminarea activă a ascosporilor. La ascomicetele inferioare, ascele cu ascospori sunt dispuse neordonat sau împletite unele în jurul altora, ceea ce îngreunează eliberarea cu uşurinţă a ascosporilor

Ciclul de viaţă la ascomicetele superioare cuprinde alternanţa a trei faze: 1. haplofaza (de lungă durată) reprezentată prin miceliul primar haploid, în timpul căreia are loc înmulţirea asexuată dar şi formarea gametangilor: ascogonul şi gametocistul ♂; 2. dicariofaza (de scurtă durată) reprezentată prin hifele ascogene; 3. diplofaza (de foarte scurtă durată) reprezentată de asca tânără (proască) cu nucleu diploid. În proască are loc, deci, cariogamia şi apoi prin alungire devine ască. În aceasta are loc meioza, în urma căreia se formează ascosporii (meiosporii). După opinii avizate, mai recente, celula dicariotică se comportă ca o celulă diploidă, deşi nucleii nu sunt contopiţi. De aceea, dicariofaza face parte din diplont. Deci, în ciclul lor de viaţă alternează două generaţii: haplofază şi diplofază. Ascomicetele tipice sunt haplonţi (domină haplofaza) din care derivă dicariofaza (hife ascogene dicariote), care sfârşeşte cu formarea ascelor (meiosporociste) cu ascospori haploizi. Aceste din urmă faze (dicariofaza şi asca cu ascospori) sunt dependente fiziologico-nutriţional de generaţia premergătoare (hifele haploide), cu excepţia *Taphrinomycetidae*- lor.


*Ascospor+ → miceliu primar+ → ascogon ♀
Ascospor- → miceliu primar- → gametocit ♂
HAPLOFAZA
F
hife ascogene(P) → proasca(K) → ascăR!
DICARIOFAZA
DIPLOFAZA
ascospor (+)
ascospor(-)
HAPLOFAZA

La unele ascomicete are loc reducerea până la dispariţie a procesului sexual. Astfel, gametocistul ♂ poate lipsi sau este nefuncţional. Rolul acestuia este preluat de conidii, hife vegetative sau celule vegetative mici numite spermatii. Spermatiile se formează, deseori, pe alt miceliu, la o anumită distanţă de ascogon şi sunt transportate la acesta prin picăturile de ploaie, curenţii de aer şi insecte. Alteori, trichoginul are chemotactism pozitiv şi astfel sunt atrase spermatiile sau conidiile de tip compatibil.

Deseori, la unele ascomicete, sexualitatea dispare complet. În aceste situaţii se vorbeşte de: partenogamie, când în interiorul ascogonului au loc împerecheri de nuclei de acelaşi tip, fără fertilizarea prealabilă cu nuclei ♂; autogamie, când au loc împerecheri de nuclei, pe hifele vegetative, în afara ascogonului; apomixie (apomixis), când nu apare deloc sexualitatea şi dezvoltarea ciupercii se desfăşoară numai în haplofază.

Ascomicetele pot fi homotalice şi heterotalice.

Ascele, după structura peretelui şi funcţiile lor, pot fi de două feluri: prototunicate şi eutunicate.

1. Ascele prototunicate au perete subţire, nediferenţiat, care se distruge cu uşurinţă şi permite eliberarea pasivă a ascosporilor.

2. Ascele eutunicate au perete mai compact, deseori cu dispozitive speciale pentru deschiderea şi eliberarea activă a ascosporilor. Din punct de vedere al structurii peretelui acestor asce, ele sunt de două tipuri: unitunicate şi bitunicate.

La cele unitunicate, peretele este alcătuit dintr-un singur strat, dar în vârful lor se află un aparat cu structură specială, care serveşte la deschiderea ascelor şi eliberarea activă a ascosporilor.

Ascele bitunicate au peretele alcătuit din două straturi distincte: cel exterior-rigid, iar cel interior elastic. La maturarea ascosporilor, stratul exterior se distruge începând de la vârf, iar cel interior, sub influenţa turgescenţei sporite, se întinde, se rupe şi ascosporii sunt expulzaţi în mod activ.

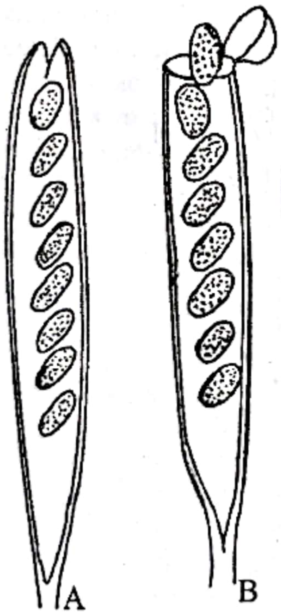


Fig. 34. Tipuri de asce după deschiderea lor: A – inoperculate; B – operculate (după Sidorova, din Gorlenko)

După modul cum eliberează ascosporii, ascele pot fi (fig. 34): inoperculate, care nu prezintă căpăcel, iar deschiderea şi expulzarea ascosporilor se face printr-un por apical sau o crăpătură longitudinală; operculate, care sunt prevăzute în vârf cu un căpăcel pe unde sunt eliberaţi ascosporii.

---

* Cu o linie simplă: haplofaza; linie dublă întreruptă: dicariofaza; linie dublă continuă: diplofaza

Forma ascosporilor este variată, de la sferică sau elipsoidală până la cea filiformă. Ei pot fi monocelulari sau pluricelulari (cu pereți transversali). La ascomicetele coprofile, ascosporii au la exteriorul lor apendici diferiți, pentru a fi mai ușor diseminați.

La ascomicetele inferioare ascele se formează direct pe miceliu, iar la cele superioare (*Ascomycetidae*) în interiorul unor corpuri sporifere speciale numite ascofructe.

Tipuri de ascofructe (fig. 35):

1. Cleistoteciul. Are formă sferică și este complet închis. Eliberarea ascosporilor se face prin ruperea învelișului exterior numit peridie.
2. Periteciul. Este corpul fruct în formă de sticlă sau urcior, cu un orificiu preformat în vârf, pe unde sunt eliberați ascosporii.
3. Apoteciul. Este corpul fruct deschis, sub formă de castron, cupă sau disc. În partea superioară deschisă sunt grupate ascele cu ascospori. Suprafața mare permite eliberarea cu ușurință a ascosporilor.

Învelișul ascofructelor poartă numele de peridie. Aceasta este rezultată din împletirea ± densă a hifelor vegetative haploide.

Dezvoltarea corpurilor fructe se poate desfășura în două moduri: ascohimenial și ascolocular.

Dezvoltarea ascohimenială începe după fertilizare, când hifele ascogene dicariotice, din care se formează himeniul, într-un loc prestabilit, sunt înconjurate cu un înveliș de hife vegetative.

Tipul de dezvoltare ascoloculară începe înainte de fertilizare, cu formarea inițialelor corpurilor fructe din împletiri de hife vegetative. În interiorul acestor împletiri se formează cavități numite loculi, iar în interiorul acestora se dezvoltă hifele ascogene, până la asce cu ascospori. Loculii iau naștere prin îndepărtarea hifelor sau prin lizarea acestora.

La dezvoltarea ascohimenială aparțin cele trei tipuri de ascofructe: cleistotecii, peritecii și apotecii, iar la cea ascoloculară: pseudoteciile, care se pot deschide larg sau pot să crape pasiv ca și cleistoteciile.

Plectenchimul corpului fruct este alcătuit din hife haploide ale gametofitului (care predomină), printre care se află hife dicariotice (ale sporofitului).

Sistematica. Cl. *Ascomycetes* se divide în trei subclase, care nu formează corpuri-fructe și anume: *Taphrinomycetidae, Endomycetidae și Laboulbeniomycetidae* și a patra clasă: *Ascomycetidae* la care se desăvârșesc toate tipurile de ascofructe.

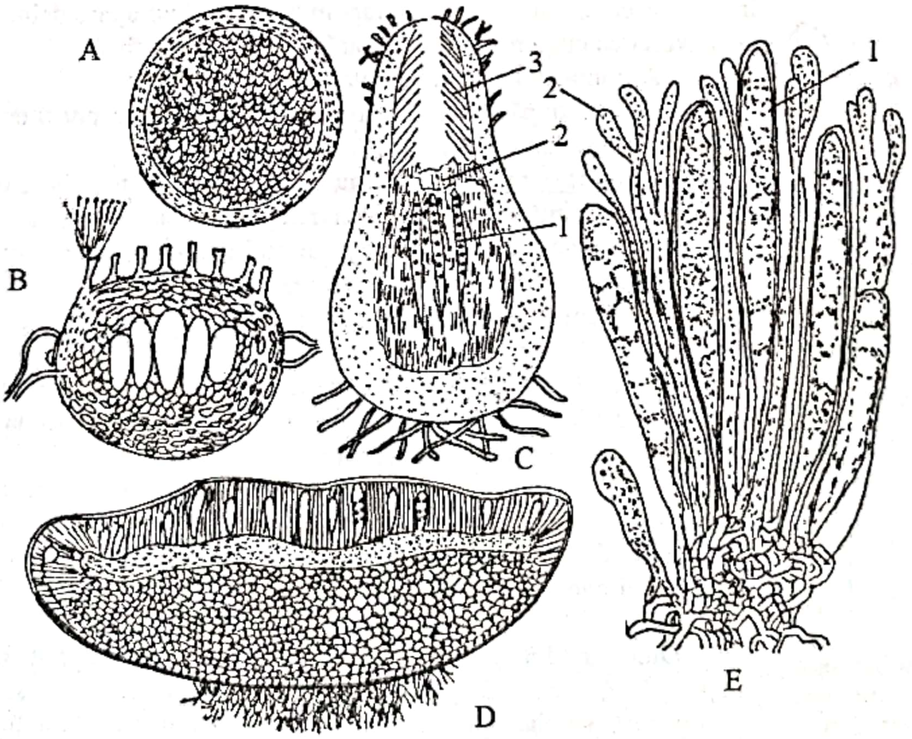


Fig. 35. Corpurile fructe de la *Ascomycetes*: A, B – cleistotecii; C – peritecii, D, E – apotecii; 1 – asce cu ascospori, 2 – parafize; 3 – perifize (după Sidorova, din Gorlenko)

3.1. Subclasa *TAPHRINOMYCETIDAE*

Taphrinomycetidae- le sunt ciuperci parazite pe plante, la care apare, în ciclul de dezvoltare, o fază cu doi nuclei (dicariofază). Această fază este, cu excepţia *Endomycetidae*- lor, caracteristică pentru restul de ascomicete şi întâlnită la toate bazidiomicetele.

Sistematica. Subcl. cuprinde ordinele: *Taphrinales* (= *Exoascales*), *Protomycetales* şi *Ascomycetales*.

1.1. Ordinul *TAPHRINALES* (= *Exoascales*)

Ordinul încadrează circa 100 specii parazite şi patogene pe plantele superioare, la care provoacă hipertrofierea şi deformarea organelor atacate.

Ascele se formează direct pe miceliu, în strat compact, între cuticula şi epiderma plantei gazdă. Miceliul dicariotic, de lungă durată, este cel care trăieşte parazit în spaţiile intercelulare ale organelor atacate. Sunt singurele ascomicete la care miceliul dicariotic este de lungă durată în ciclul de viaţă.

Genul ***Taphrina*** încadrează mai multe specii care parazitează pe rozacee, betulacee, fagacee ş.a. Aceştia sunt paraziţi înalt specializaţi, care afectează anumite organe ale unei specii de plante sau ale speciilor înrudite. Ca agenţi patogeni, aceste ciuperci provoacă deformări ale plantelor, constând în încreţirea frunzelor, hipertrofierea ovarelor, fructe deformate, mături de vrăjitoare şi gale (cecidii). Aceste deformări apar din cauză că tafrinalele sintetizează fitohormoni (ca acidul µ-indolilacetic şi citokinine), care stimulează diviziunea celulară şi creşterea anormală a organelor plantelor. De asemenea, aceste ciuperci stimulează sinteza unor fitohormoni de către însăşi planta atacată.

T. deformans este agentul patogen al bolii numită „încreţirea frunzelor de piersic". Ascosporii acestei ciuperci iernează în crăpăturile scoarţei şi în muguri, unde se înmulţesc prin înmugurire în faza haploidă. Aceştia dau naştere unui miceliu lăstar haploid sub formă de lanţuri de celule (ca la drojdii), care trăieşte saprotrof. Prin contopirea celulelor vegetative, uneori interpretate drept conidii, sau prin contopirea autogamă de nuclei începe să se formeze miceliul dicariotic, care pătrunde în spaţiile intercelulare şi devine parazit al frunzelor de piersic. Dezvoltarea pe mai departe a acestuia este independentă de miceliul haploid. Limbul frunzelor se îngroaşă iar nervurile rămân scurte. La început frunzele au culoare galbenă, apoi devine roză, mai târziu brună. Miceliul dicariotic se răspândeşte intercelular, iar pe hifele lui, dispuse sub epidermă, pe faţa inferioară, se dezvoltă ascele. Are loc cariogamia şi formarea celulelor diploide. O celulă diploidă se divide mitotic în două, nucleul din celula inferioară, numită suport, degenerează, iar celula superioară diploidă devine celula mamă a ascei. În această celulă are loc meioza, urmată de o mitoză, finalizată cu formarea a opt ascospori. Ascele sunt eutunicate. La maturarea ascosporilor se rupe epiderma şi cuticula frunzei, iar ascosporii sunt eliberaţi în mod pasiv printr-o crăpătură din vârful ascei.

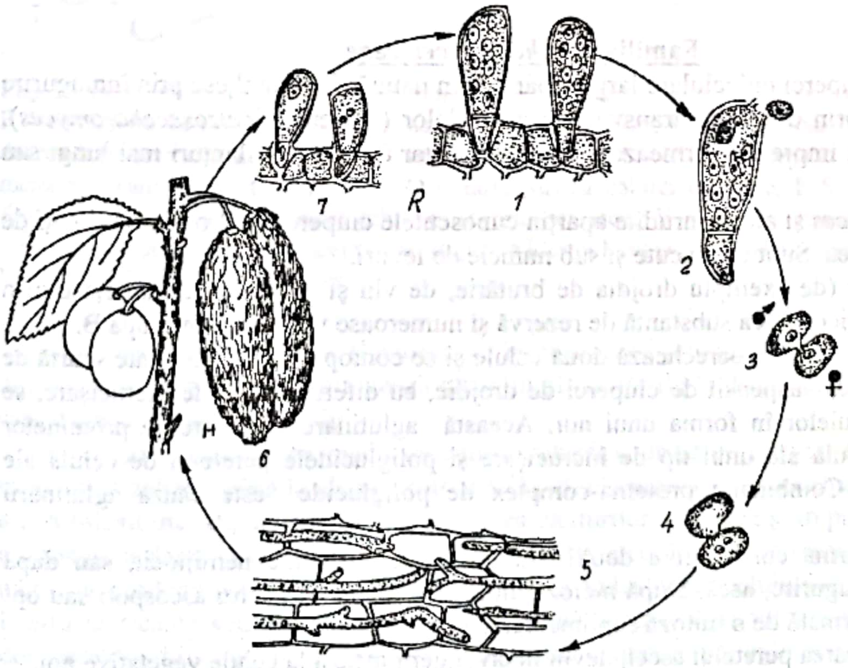


Fig. 36. *Taphrina pruni.* Ciclul de viaţă: 1 – asce cu ascospori; 2 – eliberarea ascosporilor; 3, 4 – copularea conidiilor; 5 – miceli dicariotice; 6 – fructul de prun deformat; 7 – formarea ascelor (după Soó)

T. pruni (fig. 36) provoacă la prun hipertrofierea fructelor numită popular „hurlupi". Ciuperca atacă ovarele florii şi fructul format nu se dezvoltă normal. Acesta are aspect de păstaie scurtă, goală la interior, este dulceag la gust și căutat de copii. Ciuperca rezistă în timpul iernii sub formă de miceliu de rezistență, în ramuri și muguri.

T. cerasi provoacă la vișin „măturile de vrăjitoare", adică o îngrămădire de lăstari scurți, mult ramificați, din care apar ramuri subțiri, moi, fragile, mult ramificate în direcții diferite.

1.2. Ordinul *PROTOMYCETALES*

Protomicetalele sunt specii parazite și patogene pe plante cu flori, la care produc decolorări caracteristice dar și umflături în formă de vezicule. Mai cunoscute sunt specii ale genurilor: ***Protomyces, Taphridium*.**

1.3. Ordinul *ASCOSPHAERIALES*

Ascosphaera apis provoacă o boală la albine.

3.2. Subclasa *ENDOMYCETIDAE*

Ciupercile din această subclasă trăiesc mai ales saprotrof, pe substrat cu glucide (ca seva plantelor lemnoase, nectarul florilor etc.), dar există și specii parazite pe ciuperci și animale. Corpul vegetativ este unicelular, dermatoplast sau miceliu lăstar, provenit din înmugurirea celulelor care nu se despart și au aspectul unor lanțuri alungite. Mai rar se întâlnește un miceliu filamentos septat. Ascele iau naștere direct din zigoți sau din alte celule izolate și nu formează corpuri fructe. După maturarea ascosporilor, peretele ascei se descompune sau se transformă în mucilagiu, favorizând astfel eliberarea pasivă a acestora.

Sistematica. Subclasa cuprinde un singur ordin.

2.1. Ordinul *ENDOMYCETALES*

Încadrează familiile*: Dipodascaceae, Endomycetaceae și Saccharomycetaceae.*

Familia *Dipodascaceae*

Miceliul este alcătuit din celule uninucleare dispuse în formă de lanț (***Dipodascus uninucleatus***) sau polinucleare (***D. albidus***) (fig. 37 W-Y). Pe miceliu se formează asce izolate, cu mulți ascospori. Speciile din această familie se dezvoltă în secrețiile plantelor, pe lemn sau pe sol și nu au importanță practică deosebită. *D. uninucleatus* se dezvoltă pe insecte moarte.

Familia *Endomycetaceae*

Genul ***Endomyces*** formează un miceliu filamentos. Cele câteva specii trăiesc în seva mesteacănului și a câtorva arbori foioși. *E. magnusii* (fig. 37 T, U) se dezvoltă în exudatul dulce provenit din floemul stejarului. Gametociștii sunt de dimensiuni diferite. Cel feminin, după contopire, devine ască cu patru ascopspori.

Familia *Saccharomycetaceae*

Familia încadrează ciuperci unicelulare larg răspândite în natură. Se înmulțesc prin înmugurire (genul *Saccharomyces*) sau prin diviziune transversală a celulelor (la genul *Schizosaccharomyces*). Dacă celulele rezultate rămân împreună formează un miceliu lăstar (format din lanțuri mai lungi sau mai scurte de celule).

La genul *Saccharomyces* și altele înrudite aparțin cunoscutele ciuperci de drojdie (fermenți de drojdie) larg utilizate în practică. Sunt cunoscute și sub numele de levuri.

Majoritatea drojdiilor (de exemplu drojdia de brutărie, de vin și de bere) se înmulțesc prin înmugurire. Celulele conțin glicogen ca substanță de rezervă și numeroase vitamine din grupa B.

La reproducerea sexuată se împerechează două celule și se contopesc printr-o punte scurtă de împerechere. Dacă se amestecă suspensii de ciuperci de drojdie, cu diferite tipuri de încrucișare, se ajunge la o precipitare a celulelor în forma unui nor. Această aglutinare se datorează proteinelor specifice ale peretelui de celulă ale unui tip de încrucișare și poliglucidele peretelui de celulă ale celuilalt tip de încrucișare. Combinația proteină-complex de poliglucide este cauza aglutinării celulelor de drojdie.

Zigotul rezultat în urma contopirii a două celule vegetative devine nemijlocit, sau după intercalarea unei faze de înmugurire, ască. După meioză, în ască se formează patru ascospori sau opt ascospori, când meioza este urmată de o mitoză suplimentară.

Ascosporii, după crăparea peretelui ascei, devin liberi și germinează la celule vegetative noi.

Ciclul de viață la drojdii cuprinde trei tipuri:

1. Tipul haplontic de la *Schizosaccaharomyces* (fig. 37 A-F)

Nucleul zigotului (singura celulă diploidă) se divide prin meioză imediat după formarea sa, și devine, astfel, ască. Înmulțirea vegetativă prin diviziuni transversale ale celulelor se desfășoară în haplofază.

2. Tipul haplo-diplontic la *Saccharomyces cerevisiae* (fig 37 G-L)

Zigotul, prin înmugurire, dă naștere la un miceliu lăstar alcătuit din celule diploide. O astfel de celulă diploidă se comportă ca o ască și după meioză dă naștere la ascospori. Din ascospori haploizi se formează celulele vegetative, care prin înmugurire dau naștere la un nou miceliu lăstar, care este haploid. Scimbarea fazei nucleului este aici intermediară între diplont și haplont.

3. Tipul diplontic la *Saccharomyces ludwigii* (fig. 37 M-S)

La acest tip, la care deja în ască se contopesc câte doi ascospori, rezultând astfel celule diploide, care încep să se înmulțească vegetativ prin înmugurire. Deci, înmugurirea are loc exclusiv în diplofază, singurele celule haploide sunt ascosporii.

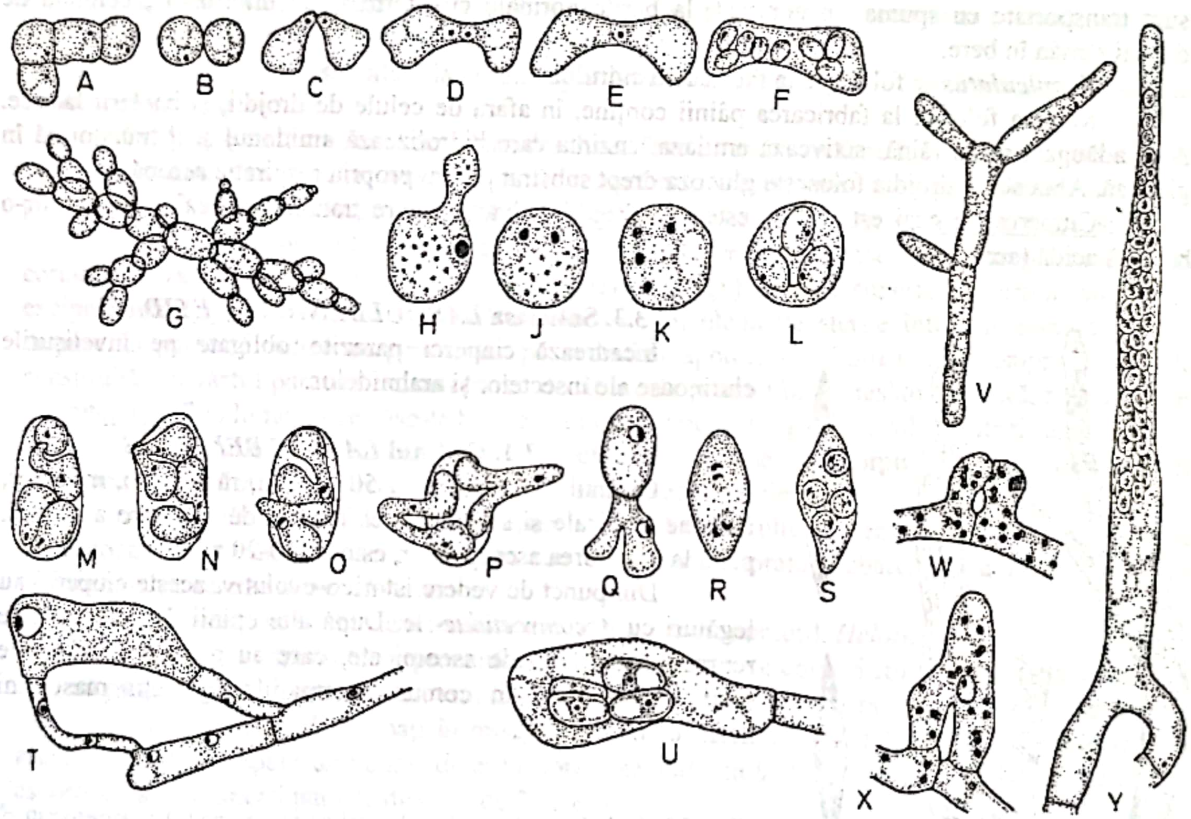


Fig. 37. *Endomycetidae, Saccharomycetales*: A-F – *Schizosaccharomyces octosporus*; A – grupare de celule; B-F – contopirea de celule și formarea ascei cu opt ascospori; G-L – *Saccharomyces cerevisiae*: G – lanțuri de descendenți (miceliu lăstar); H-L – formarea ascei; M-S – *Saccharomyces ludwigii*; -M-P – contopirea de meiospori care germinează în asce; Q – înmugurirea celulei diploide; R-S – formarea ascosporilor, T-U – *Endomyces magnusii*: contopirea celulelor și formarea ascei; V – *Candida reukaufii*; W-Y – *Dipodascus albidus* – împerecherea și formarea ascei (A, V- după Lodder et Kreger; B-F-, H-U- după Guillermond; G- după Lindau; W-Y- după Juel, din Strasburger, 1999)

Ciupercile de drojdie (levurile) au largi utilizări practice. Dintre produsele finite ale activității drojdiei vinului și berei se utilizează alcoolul etilic, iar de la drojdia de brutărie (de panificație) CO_2, care duce la afânarea aluatului.

Dezvoltându-se pe medii ce conțin zaharuri, drojdiile provoacă fermentația alcoolică, adică transformă zahărul până la alcool etilic și CO_2, cu eliberarea energiei chimice. Cu toate că acest proces a fost folosit încă din antichitate la fabricarea băuturilor alcoolice și în panificație, explicația științifică a acestuia a dat-o L. Pasteur în 1876. Fermentația alcoolică stă la baza vinificării, a preparării berii, pâinii, a producerii spirtului tehnic din deșeuri industriale, celulozice, cereale, cartofi, melasă etc. Pentru fabricarea spirtului, această materie primă diversă se supune în prealabil hidrolizării cu acizi, deoarece drojdiile nu pot descompune poliglucide ci numai monoglucidele (ca glucoză, fructoză ș.a.).

Biomasa drojdiilor, acumulată în produsele de după fermentare, în calitate de deşeuri, conţine o mare cantitate de proteine, glucide, grăsimi şi reprezintă un furaj preţios.

Drojdiile furajere (*Candida utilis*) nu formează niciodată asce şi sunt considerate *Saccharomycetaceae* imperfecte, alteori încadrate la *Mycotorulaceae*. Se pot cultiva cu uşurinţă pe medii nutritive ce conţin hexoze şi pentoze. Pentru cultivarea lor pe cale industrială se folosesc diferite deşeuri: lemn, melasă etc. Drojdiile furajere sunt bogate în protide care conţin toţi aminoacizii esenţiali necesari animalelor. Unele specii din genul ***Candida*** pot creşte pe hidrocarburi petroliere, formând o biomasă ce conţine protide, grăsimi şi alte substanţe preţioase. *C. albicans* este o levură anascosporată (fără asce), care parazitează mucoasele animalelor şi omului (gură, vagin, ş.a.), provocând o boală gravă – candidoza – care se poate trata cu antifungice.

Mycotorula albicans est o ciupercă patogenă, care atacă mucoasa bucală a sugarilor.

Saccharomyces ellipsoideus (= ***S. vini***) (Drojdia vinului) se găseşte şi sălbatică pe boabele de struguri, în timp ce ***S. cerevisiae*** şi ***S. carlsbergensis***, cu numeroase rase fiziologice (drojdiile de bere), sunt cunoscute numai în cultură. La fermentaţie, celulele mai mari sedimentează, în timp ce cele mici rămân în suspensie. La berile cu fermentare de suprafaţă (berea albă), mare parte a celulelor de drojdie sunt transportate cu spuma. În contrast, la berile normale cu „fermentare inferioară”, celulele de drojdii rămân în bere.

S. apiculatus se foloseşte la fabricarea cidrului.

Maiaua folosită la fabricarea pâinii conţine, în afară de celule de drojdii, şi bacterii lactice. Apa, adăugată peste făină, activează amilaza, enzima care hidrolizează amidonul şi îl transformă în glucoză. Abia acum drojdia foloseşte glucoza drept substrat pentru propria respiraţie aerobă.

Ciuperca de ceai este un amestec de drojdii şi bacterii care transformă ceaiul negru într-o băutură acidă (acră).

3.3. Subclasa *LABOULBENIOMYCETIDAE*

Încadrează ciuperci parazite obligate pe învelişurile chitinoase ale insectelor şi arahnidelor.

3.1. Ordinul *LABOULBENIALES*

Ordinul include circa 1.500 specii, răspândite, mai ales, în zone tropicale şi subtropicale. Timpul de infectare a gazdei, până la maturarea ascosporilor, este de 10-20 zile.

Din punct de vedere istorico-evolutiv, aceste ciuperci au legături cu *Ascomycetidae*- le. După alte opinii, laboulbenialele reprezintă un grup de ascomicete, care au provenit din algele roşii, cu care au în comun spermatiile (gameţii masculini neflagelaţi) (fig. 38).

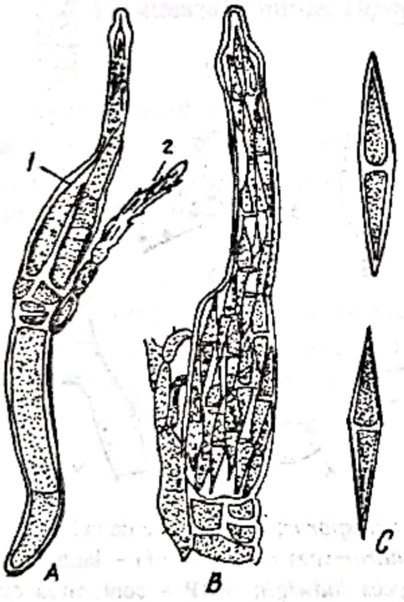


Fig. 38. Ord. *Laboulbeniales*: A – tal cu ascogoane (1) şi gametocişti ♂ (2); B – periteciu în secţiune; C – ascospori (după Sidorova, din Gorlenko)

3.4. Subclasa *ASCOMYCETIDAE*

Această subclasă încadrează ascomicetele superioare, foarte variate, dar apropiat înrudite între ele, decât cu precedentele subclase.

Acestea se caracterizează prin: micelii filamentoase haploide în faza vegetativă, de lungă durată, pe care se formează gametociştii; hife ascogene dicariotice in stadiul germinativ, pe care se formează ascele cu ascospori, după modelul cârligului; corpuri-fructe (ascofructe) caracteristice în care se află ascele cu ascospori şi elemente sterile.

La cele mai primitive *Ascomycetidae*, ascele se formează în grupe sau fascicule direct pe miceliu şi nu sunt înconjurate de peridie. Atunci când se află, peridia este reprezentată de împletiri spongioase de hife, printre care se întrevăd ascele. La *Ascomycetidae*- le superioare, ascele se formează în corpuri fructe veritabile alcătuite din împletiri dese de hife haploide şi dicariotice. În ordinea evoluţiei lor, corpurile fructe sunt următoarele: cleistotecii, peritecii şi apotecii (fig. 35).

Cleistoteciile sunt corpuri fructe complet închise, de formă sferică. Ascele, în acestea, sunt dispuse neordonat, sub formă de straturi sau fascicule. Între asce nu se află elemente sterile numite parafize. La maturarea ascelor, ascosporii sunt eliberați prin crăparea sau distrugerea peretelui cleistoteciului. La speciile cu asce prototunicate, eliberarea ascosporilor este pasivă, iar la cele cu asce unitunicate, eliberarea este activă. Cleistoteciile sunt caracteristice supraord. *Eurotianae* și ord. *Erysiphales*.

Periteciile, cu puține excepții, sunt corpuri fructe mici (microscopice). De aceea, la grupul macromicetelor aparțin numai acele specii ale căror peritecii sun reunite pe/în strome și formează corpuri fructe colective, vizibile cu ochiul liber. De regulă generală, stromele sunt crustoase, hemisferice sau claviforme, simple sau ramificate, fiind constituite din filamente miceliene strâns întrețesute, în care stau adâncite periteciile. Stromele pot fi pedunculate sau nepedunculate.

Periteciile prezintă la exterior un perete ± gros, numit peridie. În interior se află ascele și parafizele, susținute de o țesătură de hife ascogene, generatoare de asce. În periteciu, în afară de parafize se mai află perifize, sub forma unor hife scurte așezate la gâtul acestuia și orientate spre ieșirea din el. Deseori, perifizele se află printre asce. Toate acestea formează himeniul. Sub himeniu se află o țesătură de hife haploide care alcătuiesc subhimeniul.

Periteciile sunt corpuri fructe semiînchise, rotunde sau sub formă de urcior, cu un orificiu îngust, preformat, situat apical. Ascosporii sunt aruncați prin orificiul preformat (ostiolă), de obicei activ, simultan sau pe rând.

Peritecii tipice se află la ord.: *Sphaeriales, Diaporthales, Clavicipitales, Xylariales, Dothideales, Hypocreales*.

Apoteciile sunt corpuri fructe larg deschise, foarte variate ca formă. Pot avea aspect de cupă, farfurioară, disc sau ureche, uneori pot fi hemisferice, claviforme sau spatuliforme, sesile sau pedunculate. Pe suprafața lor, se dezvoltă liber ascele și parafizele, dispuse paralel sau în palisadă.

Structura. Apoteciul prezintă un perete exterior, ± gros, proso- sau paraplectenchimatic, coriaceu, ceraceu sau cărnos, diferit colorat numit excipul. Partea superioară fertilă, situată sub excipul, este himeniul sau tecium, alcătuit din asce cu elemente sterile între ele numite parafize, dispuse în palisadă, adică perpendicular pe suprafața apoteciului. Partea de deasupra himeniului, constituită din vârful parafizelor, mai lungi decât ascele și unite într-o țesătură ± laxă, poartă numele de epitecium. Sub himeniu se găsește hipotecium (subhimeniu) ± gros, cu rol în nutriția ascelor.

La ciupercile cu fructificații hipogee, apoteciile au forma unor corpuri închise, tuberculiforme, cu excipulul transformat în peridie, cu himeniul și hipoteciul în glebă.

La *Helvellaceae* (ca *Morchella, Gyromitra* ș.a.) mai multe apotecii sudate între ele formează un ascocarp în formă de căciulă, clopot sau creion, cu suprafața zbârcită sau netedă, sesil sau pedunculat, pe care se dezvoltă himeniul.

Apoteciile tipice sunt caracteristice ord. *Pezizales* și supraord. *Helotianae*.

În concluzie, apoteciile reprezintă cele mai perfecționate corpuri fructe ale ascomicetelor care asigură producerea maximală de ascospori și diseminarea activă a acestora până la distanțe apreciabile.

Ascosporii sunt diseminați în mod activ sub formă de „explozie" sau „salvă". La activarea ascelor pezizalelor apare un nouraș de ascospori și se aude un țăcănit caracteristic. La aceste ciuperci ascosporii sunt aruncați până la distanța de 20 (-60) cm.

Sistematica. Criteriile utilizate în clasificarea *Ascomycetidae*- lor, după mai mulți autori, sunt următoarele: modurile de formare și construcția corpurilor fructe, tipul de ască și structura peretelui acesteia, prezența și caracterul stromei pe care, uneori, se formează corpurile fructe.

Subclasa încadrează: supraord. *Eurotianae*, (supra)- ord. *Erysiphales*, (supra)- ord. *Pezizales*, supraord. *Leotianae*, (supra)- ord. *Dothideales*.

4.1. Supraordinul *EUROTIANAE*

Reprezentanții prezintă asce de tip prototunicat, cu pereți subțiri, nediferențiați, care se transformă în mucilagii, adeseori, înainte de ajungerea la maturare a ascosporilor. Ascosporii sunt eliberați din asce în mod pasiv (caracter plesiomorf).

1.1. Ordinul *EUROTIALES*[*] (= *Aspergillales*)

Eurotialele sunt *Ascomycetidae* care formează cleistotecii direct pe miceliu. Ascele sunt dispuse împletit, neordonat, una în jurul alteia. De aceea, sunt numite în unele lucrări *Plectomycetae* (gr. plektos-împletit, neordonat). La unii reprezentanți se formează scleroți, pe care apar, apoi, cleistoteciile. Acestea sunt mici, de 1-2 mm în diametru. Excepție fac ciupercile din genul *Elaphomyces* (Trufele cerbului), cu cleistotecii subterane de 1-4 cm în diametru, necomestibile.

---

[*] Denumirea derivă de la genul *Eurotium*, care reprezintă forma de rodire sexuată (teleomorfă) pentru stadiul conidial (anamorf) al genului *Aspergillus*.

Ascele au formă sferică sau elipsoidală și conțin 2-8 ascospori. Sunt prototunicate și adaptate pentru eliberarea pasivă a ascosporilor, prin distrugerea peretelui corpului-fruct.

Înmulțirea asexuată se realizează prin conidii, care se formează într-o succesiune rapidă din capătul deschis al celulelor conidiogene numite fialide. Toate speciile genurilor *Penicillium*, *Aspergillus* și *Chalara* sunt fialidice. Conidioforii și conidiile reprezintă caractere de recunoaștere ale genurilor.

Reproducerea sexuată este o ascogamie, adică se contopesc gametocistul feminin-ascogonul cu gametocistul masculin. La formarea ascelor, pe hifele ascogene dicariotice, lipsesc cârligele.

Ordinul cuprinde câteva sute de specii, grupate în câteva familii. Majoritatea sunt terestre, saprotrofe pe resturi vegetale, mai rar de natură animală, formând mucegaiuri. Unele sunt termofile și trăiesc pe substraturi care se autoîncălzesc (fân umed, compost etc.) până la 30-60 ^{0}C. Sunt și specii parazite pe animale homeoterme și plante.

Dintre aceste *Eurotiales*, mai importante sunt câteva genuri.

Genul ***Aspergillus*** (Mucegaiul stropitoare) are conidioforul simplu, umflat, sferic la capăt (fig. 39-A). Pe conidiofor stau celule scurte numite profialide (metule), iar în vârful acestora fialide (celule conidioene), care generează conidii, dispuse în lanțuri, unele în continuarea celorlalte.

A. niger (Mucegaiul negru) este cea mai frecventă specie, care trăiește ca saprotrofă pe fructe, alimente etc. Uneori este și patogen, producând micoze la om. *A. fumigatus* provoacă, la om și animale cu sânge cald, boala numită aspergiloză, care afectează plămânii și bronhiile. *A. flavus* și *A. parasiticus* se dezvoltă pe fructele de „alune de pământ". Alunele atacate ajung în corpul omului, ciuperca elimină toxina numită aflatoxină, care afectează grav ficatul, ducând la cancer. *A. ochroleucus* elimină, pe semințele cerealelor, ochratoxine, care sunt implicate într-un fel de atrofie renală umană în țări ca Bulgaria, România, fosta Iugoslavie. *A. wenti* produce amilaze și proteaze și de aceea este utilizat în diferite industrii fermentative.

Genul ***Penicillium*** (Mucegaiul pensulă) (fig. 39-B) se deosebește de *Aspergillus* prin conidioforii ramificați. Ramificațiile care se formează în continuare se numesc metule (= protofialide). Pe acestea se formează celule deschise la capăt numite fialide. De regulă generală, fialidele nu-și modifică lungimea în timpul producerii de conidii succesive. Conidiile unicelulare, de culori diferite (galbene, verzi-glauce, gri sau negre), sunt ordonate ca mărgelele, alcătuind lanțuri mai lungi sau mai scurte.

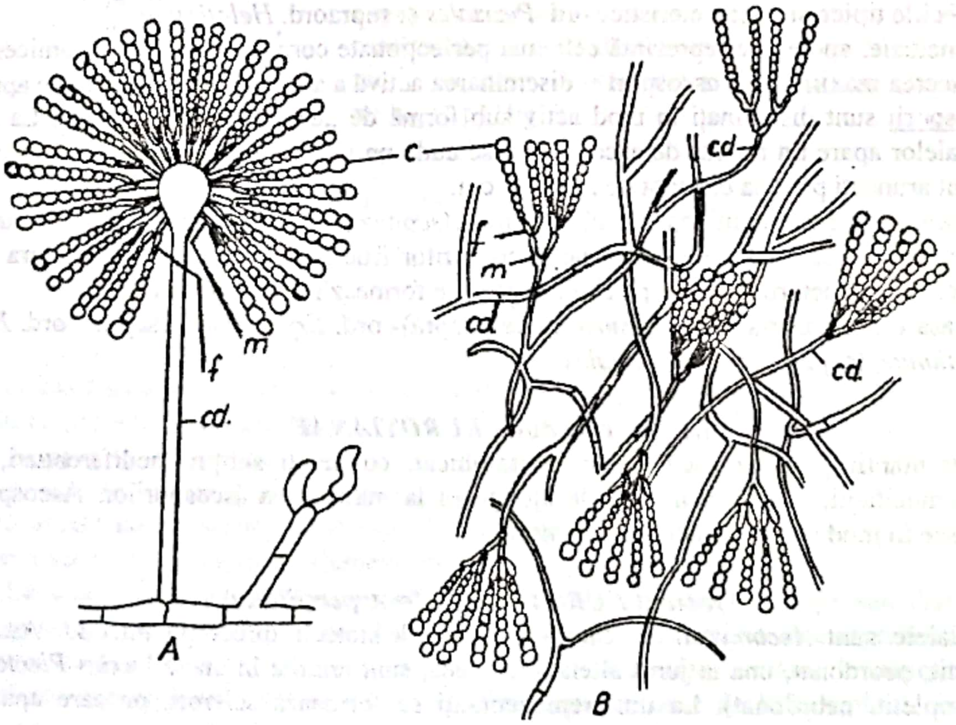


Fig. 39. A - *Aspergillus* cu conidioforul ramificat în vârf cu lăstari de conidii; B – *Penicillium*: cd – conidioforii ramificați; m – metula; f – fialide (după Soó, modificat)

P. notatum se dezvoltă pe fructe coapte, marmeladă, compoturi, provocând un mucegai verde. *P. chrysogenum* şi alte specii înrudite se cultivă pe scară industrială, pentru extragerea antibioticului penicilina. *P. claviforme* serveşte la extragerea claviforminei. *P. claviforme* şi *P. camemberti* sunt mucegaiuri utilizate la producerea unor sorturi de brânză şi caşcaval.

Cele două genuri, *Aspergillus* şi *Penicillium*, sunt cunoscute numai ca stadii conidiale (anamorfe). Acestea cuprind mai multe specii de ciuperci răspândite ca saprotrofe pe sol sau pe resturi vegetale, dar şi parazite la om şi animale homeoterme, de la tropice până la poli. În condiţii favorabile, în special la tropice, unele specii pot provoca deteriorarea sau distrugerea materialelor textile, a pieilor netăbăcite, a unor materiale sintetice, pot grăbi coroziunea metalelor (ca urmare a formării unor cantităţi de acizi organici), defectarea aparatelor tehnice şi optice etc. Unele sunt cheratinofile şi pot produce îmbolnăviri ale copitelor, coarnelor, penelor de păsări etc.

În regiunile tropicale trăieşte specia ***Emonsiella capsulata***, care provoacă la om o boală gravă numită histoplasmoză, care poate duce la moarte.

Genurile din interiorul ord. *Eurotiales* se denumesc, de regulă generală, după forma de rodire sexuată (ascală), iar când aceasta lipseşte, după forma secundară (asexuată) de rodire (conidială). De exemplu, pentru genurile *Eurotium, Eu-Eurotium, Sartroya* şi *Emericella* forma conidială este denumită *Aspergillus* şi *Sterigmocystes*; pentru genurile *Carpentes* şi *Talaromyces*, forma conidială este denumită *Penicillium*.

Importanta. Multe specii au importanţă deosebită pentru ecosisteme, deoarece descompun resturile vegetale şi chiar de material plastic, redând circuitului naturii unele elemente chimice.

Unele specii produc antibiotice, enzime, acizi organici şi se cultivă pe scară industrială. Astfel, ciuperca *Emericelopsis terricola* este specia de bază pentru producerea antibioticului cefalosporina C, larg utilizat în medicină. Pe baza acestui antibiotic au fost sintetizate artificial alte antibiotice, care nu numai că depăşesc produsul natural, de bază, dar sunt eficace şi asupra unor microorganisme (ca bacterii gram-negative şi stafilococi) rezistente la penicilină. Cefalosporinele de semisinteză (cefalotina şi cefaloridina) se produc pe cale industrială şi au largi utilizări în practica medicală.

1.2. Ordinul *MICROASCALES*

Ordinul încadrează ciuperci cu peritecii închise la culoare, cu asce prototunicate aşezate neordonat.

Sunt saprotrofe pe resturi vegetale sau parazite pe plante superioare, la care produc boli grave ca ofilirea stejarilor, boala olandeză a ulmului ş.a.

Ophiostoma ulmi este agentul patogen al bolii ulmului, care duce la moartea acestuia. Ciuperca trăieşte în larvele gândacului alburnului de ulm. În larve, ciuperca formează atât peritecii cu ascospori cât şi conidii. Acestea sunt vehiculate de gândac (un scarabeu) şi, prin înţepături ale frunzelor, ajung în vasele lemnoase pe care le obturează. Înfundarea vaselor dar şi secreţia unei toxine – ceratoulmin, duc la ofilirea frunzelor şi apoi la moartea ulmilor din Europa Centrală (inclusiv România). Frunzele se îngălbenesc brusc, se usucă şi vârfurile ramurilor şi, în final, se usucă tot arborele.

La supraordinele următoare ascele sunt dispuse ordonat în corpuri-fructe şi sunt mai perfecţionate structural şi ca modalităţi de expunere ale ascosporilor.

La supraordinele *Erysiphales, Pezizales* şi *Leotianae* ascele sunt unitunicate, iar la *Dothideales* sunt bitunicate. Asce unitunicat-operculate sunt la *Erysiphales* şi *Pezizales*, iar la *Leotianae* sunt tot unitunicate, dar prevăzute cu un por apical pentru eliberarea ascosporilor.

4.2. (Supra)- ordinul *ERYSIPHALES*

Erysiphales sunt ciuperci parazite obligate pe plante superioare, la care produc boli păgubitoare numite „făinări". Organele atacate (frunze, tulpuni, inflorescenţe, fructe) arată ca prăfuite cu făină. Acest aspect îl dă miceliul de suprafaţă, pe care se dezvoltă în timpul verii forma asexuată de rodire şi anume conidiile, iar spre sfârşitul perioadei de vegetaţie forma sexuată de rodire (ascele şi cleistoteciile).

Miceliul se dezvoltă la suprafaţa organelor atacate, iar în interiorul celulelor epidermice pătrund numai haustorii, de unde extrag substanţe nutritive.

Conidiile se formează în cantități mari sub formă de lanțuri, pe conidioforii scurți, neramificați. Acestea sunt, cu ușurință, răspândite prin curenți de aer, insecte etc. și infectează noi plante în cursul verii.

Datorită faptului că erisifalele sunt xerofile, conidiile lor pot germina și pe timp uscat, la umiditatea aerului sub 60%. Acestea reprezintă faza de rodire secundară, asexuată (anamorfă) a ciupercii.

Stadiul de rodire principală, sexuată (teleomorfă) are loc la sfârșitul perioadei de vegetație. Pe miceliu se formează ascogonul (fără trichogin), cu un nucleu și gametocistul ♂, tot cu un nucleu, pe o celulă peduncul. Nucleul sexual din gametocistul ♂ trece în ascogon. Din ascogonul fecundat ia naștere asca cu ascospori. În unele situații, din ascogonul dicariotic și apoi diploid (fără hife ascogene), se formează o singură ască (Tipul MONOASCE) cu opt ascospori, rezultați în urma meiozei și a unei mitoze suplimentare. În alte situații, din ascogonul fecundat se formează hife ascogene dicariotice, din ale căror celule terminale, la care nu se diferențiază cârlige pe pereții transversali, se formează mai multe asce cu ascospori (Tipul POLIASCE). Ascele se aranjează paralel în corpurile fructe numite cleistotecii. Cleistoteciile sunt mici, de culoare brună sau negricioasă, vizibile cu ochiul liber și se formează spre sfârșitul perioadei de vegetație. În același timp cu fertilizarea ascogonului, acesta este învelit de hife ascogene cu pereții subțiri, care formează împletitura internă, mai deschisă la culoare. Spre exterior, împletitura de hife este mai densă, cu pereții mai groși, de culoare mai închisă și reprezintă peridia cleistoteciului.

La maturarea ascosporilor, prin presiunea ascelor, care se umflă, se sparge peridia de-a lungul unei crăpături. La baza cleistoteciului rămâne o coroană de hife dichotomic ramificate sau înconvoiate la vârf, care poartă numele de apendici sau fulcre (fig. 40 B, C). În cleistoteciu se poate afla o singură ască sau mai multe.

La Tipul MONOASCE, când în cleistoteciu se află o singură ască, aceasta aparține tipului unitunicat operculat. La Tipul POLIASCE, în cleistoteciu ascele sunt dispuse paralel și se deschid tot prin căpăcel.

Numărul de asce în cleistoteciu, forma și structura fulcrelor reprezintă criterii de separare ale genurilor.

Monoasce	1. Apendici simpli	Gen *Sphaerotheca*
	2. Apendici dichotomic ramificați	Gen *Podosphaera*
Poliasce	1. Apendici simpli	Gen *Erysiphae*
		Gen *Leveillula*
	2. Apendici dichotomic ramificați	Gen *Microsphaera*
	3. Apendici înconvoiați la vârf	Gen *Uncinula*
	4. Apendici rigizi, umflați la bază	Gen *Phylactinia*

Procesul dezvoltării ascelor și cleistoteciilor este destul de îndelungat. Ascele se maturează toamna sau primăvara următoare. Forma de iernare este cleistoteciul sau uneori ciuperca iernează sub formă de miceliu în organele plantei atacate. În țările calde cleistoteciul nu se formează aproape deloc.

Erysiphe graminis este unul dintre paraziții cei mai răspândiți pe gramineele de cultură și spontane. Cu toată asemănarea morfologică a reprezentanților acestei specii, care produc „făinări" la diferite genuri de graminee, ceea ce face ca această specie să pară nespecializată, în realitate există forme specializate pe grâu, orz, secară sau alte graminee. Forma care parazitează grâul nu poate parazita orzul. De asemenea, specializarea se manifestă și prin faptul că, aceste forme nu pot fi cultivate pe medii nutritive artificiale.

Miceliul se dezvoltă la suprafață organelor atacate: frunze, tulpini, spice și chiar ariste. Are aspectul unor pernițe, la început albe, apoi roze, la început dispersate, mai târziu contopite sub un înveliș compact pe frunze. În celulele epidermice pătrund numai haustori. Pernițele reprezintă, în prima parte a verii, o împletire a hifelor miceliene pe care se formează conidiofori și șiragurile de conidii. Spre toamnă, pe aceste micelii se formează ascogoane și gametociști ♂ și, în sfârșit, cleistoteciile, ca niște bobițe negre, situate în interiorul hifelor împletite. În interiorul fiecărui cleistocarp se află 8-16 asce cu câte 8 ascospori în fiecare ască. Ciuperca iernează sub formă de cleistotecii, iar ascosporii germinează primăvara pe frunzele grâului de toamnă. La începutul verii, conidiile formate pe conidiofori, pe miceliul rezultat din ascospori, infectează grânele de primăvară. Conidiile sunt transportate, mai ales, prin insecte.

Uncinula necator (fig. 40 A, B) produce „făinarea viței-de-vie". Atacă toate organele viței: frunzele, lăstarii tineri, boabele tinere, provocând mari pagube în anii favporabili dezvoltării ciupercii. Are cleistoteciile puțin turtite în partea inferioară, cu mulți apendici duri, spiralați la capete. *U. necator* este denumirea formei sexuate (asca cu ascospori), iar cea de rodire asexuată (conidiile) poartă numele de ***Oidium tuckeri***.

Genul ***Sphaerotheca*** (fig. 40 D, G) se caracterizează prin cleistotecii cu o singură ască, cu 8 ascospori. Aceştia rămân în ască pe toată perioada de iarnă, în frunzele şi fructele căzute. *S. mors-uvae* produce „făinarea" la agriş, coacăz şi alte câteva plante înrudite. *S. pannosa* produce „făinarea" la trandafiri.

Genul ***Microsphaera*** prezintă în cleistoteciu câteva asce. Cleistoteciile prezintă apendici ecuatoriali, duri, cu capete dichotomic ramificate. *M. alphitoides* (fig. 40-C) produce „făinarea stejarului", care deseori duce la uscarea lăstarilor şi frunzelor. De atacul acestui agent patogen suferă mai ales puieţii în pepiniere şi păduri.

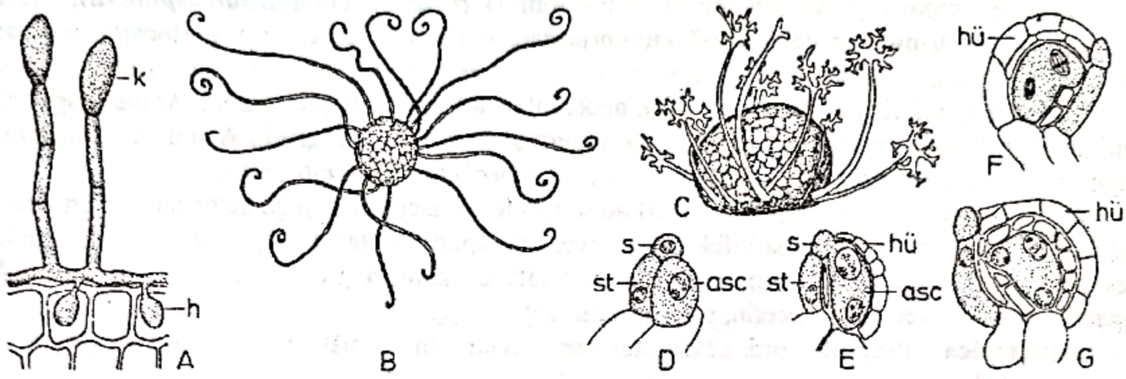


Fig. 40. *Ascomycetidae, Erysiphales.* A – *Uncinula necator*, formarea conidiilor; B – cleistoteciu cu apendici (fulcre); C – *Microsphaera alphitoides* – cleistoteciu cu apendici (fulcre); D, G – fertilizarea la *Sphaerotheca fuliginosa*: asc.- ascogon; h – haustor; hi – hife de învelire; k – conidie ; s – gametocist (gametangiu) ♂; st – celulă peduncul (A-B- după Sorauer; C- după Blumer; D-G- după Bergman, din Strasburger, 1999)

Genul ***Phyllactinia*** prezintă două feluri de fulcre pe cleistotecii: la vârf sub forma unor hife subţiri, care elimină mucozitate, iar la ecuatorul acestora sub forma unor ghimpi umflaţi la bază. Pe timp foarte uscat, aceştia se indoaie în jos şi astfel ridică cleistoteciul deasupra substratului. Cleistoteciile sunt uşor transportate prin vânt şi prin cădere se lipesc de substrat, datorită mucozităţii eliminate de apendicii superiori. *Ph. gutata* (*Ph. corylea*) atacă specii din genurile: *Corylus, Carpinus, Betula, Alnus, Fraxinus*.

Combaterea. Făinările se combat prin stropiri cu soluţii pe bază de sulf sau cu prăfuiri cu floare de sulf.

Cu studiul erisifalelor din România s-au ocupat Tr. Săvulescu, C. Sandu-Ville (care este autorul unei monografii asupra acestor ciuperci patogne) ş.a.

4.3. (Supra)- ordinul *PEZIZALES*

Ordinul încadrează circa 1.000 specii, mai ales saprotrofe pe litieră, lemn putred, humus dar şi unele forme parazite pe plante terestre. Pentru dezvoltarea acestor ciuperci este nevoie de multă umiditate, încât multe dintre ele se dezvoltă mai ales primăvara, rareori toamna.

Majoritatea pezizalelor sunt cunoscute numai ca forme teleomorfe (forma de rodire sexuată) cu apotecii cu asce, însă unii reprezentanţi au, în ciclul de viaţă, şi sporulaţii conidiale (forma asexuată-anamorfă de rodire). Forma tipică de corp-fruct la *Pezizaceae* şi familii înrudite este apoteciul, mai perfecţionat decât cleistoteciul şi periteciul. Apoteciul are formă de cupă până la cea de disc, de la care a derivat denumirea cuprinzătoare a acestor ciuperci, de *Discomycetae*. Suprafaţa concavă a apoteciului cuprinde himeniul, în care sunt aranjate în formă de palisadă ascele cu ascospori. Între asce se află elemente sterile, haploide, de aceeaşi lungime sau mai lungi decât ascele, numite parafize.

Procesul de ascogamie şi formarea ascei cu ascospori a fost prima dată descoperit la ciuperca *Pyronema confluens* (din fam. *Pezizaceae*), care apoi a fost intens cercetată. Această ciupercă se dezvoltă în jurul vetrelor de foc, sub forma unor cruste, care reprezintă corpuri fructe mici, sub forma unor discuri, îndesuite compact.

Gametociştii: ascogonul şi gametocistul ♂, înainte de împerechere, sunt înconjuraţi de un strat afânat, alcătuit din hife de învelire. După fertilizare, mai întâi are loc plasmogamia, însă nucleii de la cei doi gametocişti nu se contopesc, ci se împerechează câte doi, alcătuind dicarionii.

Din ascogonul fertilizat se formează hifele ascogene dicariotice. Hifele haploide monocariotice şi cele dicariotice, care de cele mai multe ori formează cârlige, se împletesc şi formează corpul fruct. Formarea ascelor cu ascospori este totdeauna precedată de procese sexuale, care au loc în structurile corpului fruct prefigurat.

Himeniul (stratul-fertil) se dezvoltă, la *Pyronema*, de la început, liber pe suprafaţa concavă a corpului-fruct apoteciu (tipul gimnocarp). La alte genuri, ca de exemplu ***Ascophanus***, himeniul se dezvoltă, la început, în interiorul corpului fruct de formă sferică, însă, mai târziu ia formă de disc şi stratul fertil devine vizibil (tipul hemiangiocarp).

Mărimea apoteciilor variază de la câţiva mm la peste 10 cm (la ***Sarcosphaera***). Ele au consistenţă cărnoasă, mai rar gelatinoasă sau coriaceae, şi culori variate: roşu, portocaliu, brun sau negru.

La formele inferioare, precum *Peziza*, apoteciile sunt lipsite de picioruşe. Mărimea suprafeţei himeniului şi ridicarea apoteciilor de la sol pe picioruşe reprezintă progresii. Astfel se realizează o răspândire mai eficientă a ascosporilor (ca la *Helvella*, *Morchella*, *Gyromitra* ş.a.).

La unele genuri (*Helvella*, *Gyromitra*) nu se formează ascogoane şi gametocişti ♂. Fertilizarea constă în contopirea de celule de la hifele vegetative, care aparţin tipurilor de încrucişare compatibile. Acesta este procesul de somatogamie, o progresie faţă de gametangiogamie. La genul *Morchella* fuzionează celule ale aceluiaşi miceliu, proces numit autogamie.

Sistematica. (Supra)- ord. *Pezizales* se divide în următoarele familii: *Pezizaceae, Helvellaceae, Tuberaceae.*

Familia *Pezizaceae*

Genul ***Peziza*** (fig. 41-A) prezintă apotecii în formă de farfurioare sau cupe, cu dimensiunea de 1-5 cm, de culoare brună sau cafenie, la exterior netede sau făinoase. *P. badia* se dezvoltă pe soluri umede din păduri de conifere, la marginea drumurilor şi poienilor, vara sau toamna. Apoteciile, relativ mari, se formează în grupe compacte.

Familia *Helvellaceae*

Din familia *Helvellaceae* fac parte discomicete cu apotecii netipice, alcătuite dintr-un picioruş steril şi o pălărie caracteristică, încreţită sau lobată.

Genul ***Helvella*** (fig. 41-D) prezintă un picior întărit şi pălărie în formă de umbrelă lobată, ondulată. *H. crispa* este specie otrăvitoare.

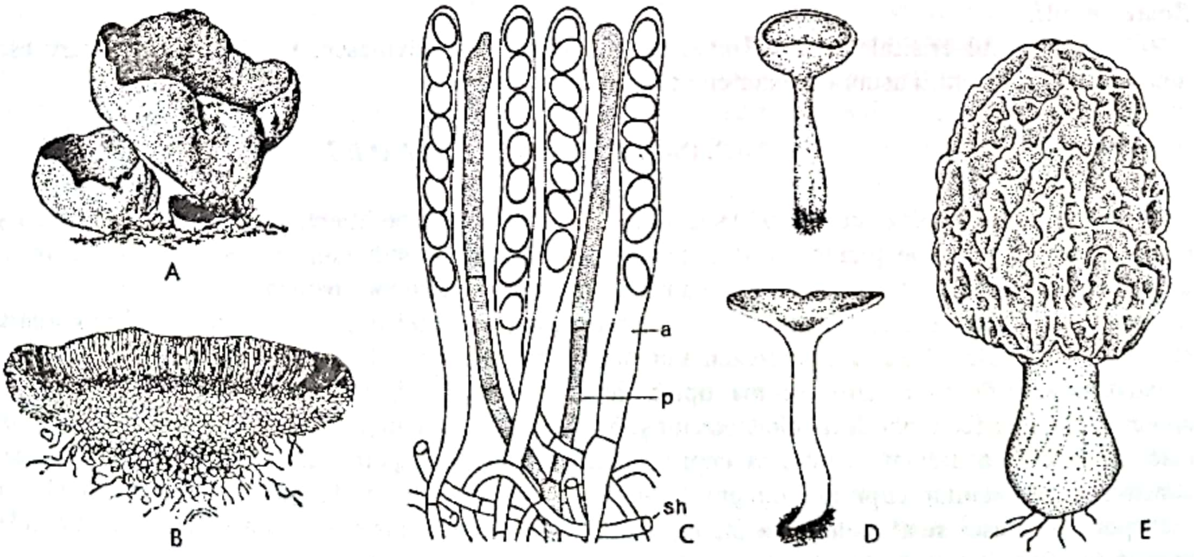


Fig. 41. *Ascomycetidae, Pezizales.* A – *Peziza (Otidea) leporina*; B – *Pulvinula convexula* – secţiune transversală prin apoteciu, în partea de sus cu himeniul; C – *Morchella esculenta*, parte a himeniului cu asce (a), parafize (p), împletitură subhimenială (sh); D – *Helvella pezizoides* – corp-fruct; E – *Morchella esculenta*, corp-fruct (A- după Michael; B- după Sachs; C- după Bresinsky; D- după Bresadola; E- după Schenck, din Strasburger, 1999)

Genul ***Morchella*** (Ciuciuleți, Zbârciogi) se caracterizează prin apotecii mai mari (de circa 6-10 cm), cărnoase, bine diferențiate în picior și pălărie. Pălăria are contururi neregulate și poate fi ovală (*Morchella esculenta*) (fig. 41 C, E) sau conică (*M. conica*). Pe pălărie se delimitează, prin încrețituri transversale și longitudinale, mai multe alveole căptușite cu himeniu. În acest mod se mărește considerabil suprafața stratului fertil (himenial). Aruncarea sporilor din asce se petrece treptat și este reglată de intensitatea radiației solare. Sunt specii saprotrofe de sol și se întâlnesc prin poieni, luminișuri de pădure. Acestea apar primăvara, când nu sunt alte ciuperci, și sunt considerate comestibile. Obligatoriu este ca acestea să fie opărite înainte de consum, iar apa aruncată.

Genul ***Gyromitra*** (Falsul zbârciog) prezintă apotecii cu pălărie aproape globuloasă, foarte încrețită, brună sau brun-închisă la culoare. Piciorușul este scurt și gros, cu suprafața neregulată, deseori brăzdat, de culoare deschisă sau albă. Speciile acestui gen sunt saprotrofe de sol și apar primăvara. *G. esculenta* se dezvoltă, în cantități mari, primăvara, pe sol, în păduri de conifere. Ascofructele de la *Gyromitra* se numără printre cele mai mari fructificații între ascomicete (→ 12 cm). Unele specii conțin toxina giromitrin, un precursor al mortalei monometilhidrazidă. *G. esculenta* (Zbârciog gras) este ciupercă otrăvitoare, deseori provocând otrăviri fatale.

Sarcosphaera crassa (Pitacul dracului) este o specie toxică.

Familia *Tuberaceae*[*]

Tuberaceele sunt ciuperci saprotrofe, ale căror micelii și corpuri-fructe se dezvoltă subteran, în solul gras de pădure, mai ales de stejar și fag. Sunt cunoscute circa 100 specii, unele răspândite și în S-E României.

Corpurile-fruct (fig. 42-A) au forma de tubercul, de 1-10 cm și la maturare sunt complet închise, datorită modului de viață hipogeu. Sunt dispuse în cuiburi ca tuberculii de cartofi. Himeniul nu mai este expus ca la celelalte discomicete. Peridia este coriacee, compactă, cu suprafață netedă sau granulată. În interior, corpurile fructe sunt străbătute de canale, care, cel puțin în tinerețe, se deschid în afară. În faza de maturare, în secțiune în corpul-fruct, se observă o alternare de fâșii de culoare închisă sau deschisă, care poartă numele de vene (interne și externe).

Ascele au formă de măciucă și iau naștere în urma procesului de somatogamie în celulele de capăt ale hifelor ascogene. În fiecare ască se află 1-5 ascospori, colorați în brun. Cu greu se poate recunoaște construcția operculată inițială a ascei. Ascele sunt dispuse într-un himeniu foarte întortochiat, au formă rotunjită și pereți subțiri și nu prezintă opercul sau alt mecanism de împrăștiere a sporilor. Numai în urma unor examinări microscopice minuțioase se poate afirma că aceste ciuperci sunt înrudite cu „discomicetele operculate". Ascosporii au pereți complexi și sunt foarte ornamentați (fig. 42-B). Eliberarea ascosporilor este mijlocită de unele animale (de exemplu mistreți ș.a.), care scurmă în pământ după aceste ciuperci. Alteori, eliberarea ascosporilor are loc după descompunerea corpurilor-fructe.

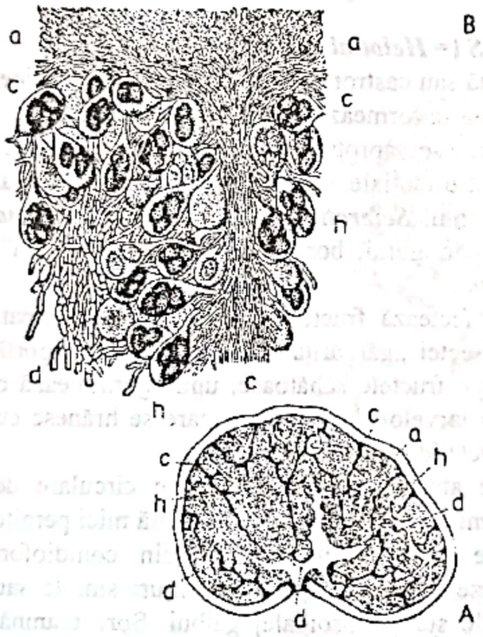


Fig. 42. *Pezizales, Tuberaceae, Tuber rufum*: A – corp fruct în secțiune transversală; B – parte de secțiune mărită: a – peridia; d – împletitură afânată de hife cu spații cu aer; c – nervură internă formată din împletituri dense de hife pe care se află himeniul; h – himeniu cu asce cu ascospori (după Tulasne, din Strasburger)

Dezvoltarea corpurilor-fructe indică o derivare a *Tuberaceae*- lor din *Pezizaceae*. În tinerețe, acestea au formă de farfurioară. Pe partea concavă se formează himeniul embrionar. Ulterior, are loc o pliere interioară extremă a himeniului și corpul-fruct se închide complet. Încrețiturile interne se transformă în vene interne, iar crăpăturile dintre ele în vene externe, care sunt formate din parafize întrețesute. La baza parafizelor, mai târziu, se formează ascele cu ascospori.

Tuberaceae- le formează micorize cu arborii foioși.

---

[*] Uneori considerate ordin distinct - *Tuberales*, derivate din *Pezizales*, cu multe caractere de tranziție spre acestea.

Tuber melanosporum (Trufa neagră, Trufa de iarnă) formează micorize cu stejarul, fagul, carpenul. *T. aestivum* (Trufa albă, Trufa de vară) formează micorize cu aceeaşi arbori, dar şi cu unele conifere. Ambele sunt comestibile, cu mare valoare alimentară.

Datorită mirosului pe care-l răspândesc, ele pot fi descoperite numai cu ajutorul porcilor sau câinilor dresaţi în acest scop. Omul le descoperă urmărind scurmăturile porcilor mistreţi, cerbilor sau căprioarelor.

4.4. Supraordinul *LEOTIANAE*

Ascele sunt unitunicate, neoperculate, însă prezintă în vârful lor o deschidere în formă de por, care reprezintă o progresie faţă de opercul. Alteori, vârful ascei este înconjurat de o protuberanţă simplă, capabilă de umflare, şi, suplimentar, de un inel apical amiloid sau protuberanţă de vârf. Inelul apical sau protuberanţa de vârf, la o reacţie cu iod capătă culoarea albastră (ca amidonul) şi de aceea s-a numit amiloid. Eliminarea ascosporilor, care se declanşează la lumină sau la schimbarea umidităţii din atmosferă, nu este complet lămurită.

Corpurile-fructe sunt tot apotecii.

Sistematica. Supraordinul *Leotianae* cuprinde următoarele ordine: *Leotiales, Phacidiales, Lecanorales, Sphaeriales, Diaporthales, Xylariales, Clavicipitales.*

4.1. Ordinul *LEOTIALES* (= *Helotiales*)

Corpurile-fructe sunt apotecii tipice în formă de cupă sau castron, mai mici şi uneori netipice, în formă de lopată, măciucă sau pălărie cu piciorus. Apoteciile se formează după tipul ascohimenial.

Cele mai multe specii, ale numeroaselor genuri, trăiesc saprotrof pe numeroase substraturi vegetale, contribuind activ la descompunerea acestora. Printre leotiale sunt şi paraziţi şi patogeni ai plantelor de cultură, la care produc boli variate. De exemplu, ***Sclerotinia* (*Monilinia*) *fructigena*** produce putregaiul brun şi mumifierea fructelor de măr, păr, gutui, boală numită şi „monilioză". Denumirea formei conidiale a ciupercii este *Monilia fructigena*.

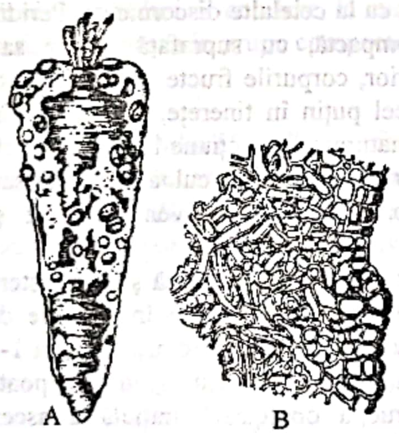


Fig. 43. *Sclerotinia sclerotiorum.* A – miceliul şi scleroţii pe rădăcina de morcov; B – secţiunea în scleroţiu (după Sidorova, din Gorlenko)

Ciuperca infectează fructele cu pericarpul vătămat, prin intermediul insectei „gărgăriţa fructelor". Ea transportă conidiile ciupercii pe fructele sănătoase, unde germinează o dată cu dezvoltarea larvelor de gărgăriţă, care se hrănesc cu miezul fructului afectat de ciupercă.

Pe fructele atacate se formează pete circulare de culoare galben-cafeniu. În aceste pete se dezvoltă mici perniţe concentrice numite sporodochii, formate din conidiofori scurţi, cu numeroase conidii, dispuse în lanţuri simple sau ramificate. Conidiile sunt elipsoidale, gălbui. Spre toamnă, fructele se usucă (se mumifică), cad pe pământ, iar miceliul se transformă în scleroţi şi în felul acesta iernează. Scleroţii se formează şi în fructele mumifiate rămase în pom, formă sub care iernează. Primăvara, din scleroţi se dezvoltă sporulaţia conidială a ciupercii. Apoteciile (forma sexuată de rodire) se formează rar, primăvara, pe fructele mumifiate, şi au forma unei cupe cu un piciorus lung. Ascele se deschid prin crăpături sau pori.

Combaterea se face primăvara, prin măsuri agrotehnice şi chimice.

Sclerotinia sclerotiorum (fig. 43) produce „putregaiul alb" la plantele în vegetaţie dar şi la legumele depozitate. Se dezvoltă pe tulpinile şi inflorescenţele florii-soarelui, dovleci, tomate, morcov, varză ş.a. Pe suprafaţa organelor atacate se formează un miceliu alb, pâslos, pe care se dezvoltă un mare număr de scleroţi. Ei au coaja neagră şi miezul alb sau gri. Din scleroţi se dezvoltă apoteciile cu asce şi ascospori (forma de rodire principală-sexuată). Sporulaţia conidială (asexuată) lipseşte.

Botryotinia (Sclerotinia) fuckeliana produce „putregaiul cenuşiu" atât la plante în vegetaţie cât şi la legumele şi fructele depozitate. Mai păgubitoare, această ciupercă patogenă, este la viţa-de-vie, unde produce, în anii ploioşi, „mucegaiul cenuşiu al fructelor". Boabele atacate au, la început, o culoare galben-cenuşie, apoi se înmoaie, crapă şi se acoperă cu un mucegai, care se întinde de la o boabă la alta, cuprinzând întreg ciorchinele. În acest stadiu apare sporulaţia conidială numită ***Botrytis cinerea***. Pe organele căzute (frunze, lăstari, ciorchini) se formează scleroţi tari, negri, de 2-3 mm lungime. Pe scleroţi se formează conidii. Procesul sexuat n-a fost încă evidenţiat la noi în ţară. Pe vreme uscată, în unele regiuni, produce „ mucegaiul nobil", care sporeşte concentraţia de zăhăr în boabele de struguri ce sunt utilizate pentru producerea vinurilor nobile, tari, de desert. Pe suprafaţa boabelor atacate nu se mai formează sporulaţia ciupercii.

Chlorosplenium aeruginosum creşte saprotrof pe lemn putred de foioase, pe care îl colorează intens în albastru-verde.

4.2. Ordinul *PHACIDIALES* (incl. *Rhytismatales*)

(gr. phaeo-întunecat, de culoare închisă)

Phacidiales se deosebesc de *Leotiales* prin dezvoltarea ascoloculară a corpurilor-fructe. Acestea se deschid şi eliberează ascosporii prin spărturi sau crăpături longitudinale.

Stroma, în care se află corpurile-fructe apotecii, este negricioasă, cărbunoasă.

Ordinul cuprinde atât specii saprotrofe pe litieră, pe crengile arborilor şi arbuştilor morţi cât şi parazite pe plante fanerogame.

Cea mai cunoscută este ***Rhytisma acerinum*** (fig. 44 A-C) (ord. *Rhytismatales*), patogenă pe specii de arţar, la care provoacă „pătarea neagră a frunzelor" determinând căderea lor timpurie. Petele negre reprezintă stromele ciupercii, în care se formează picnidiile cu picnospori, iar mai târziu, în primăvara următoare, un mare număr de apotecii liniare, sinuoase, cu asce şi acospori. Ascosporii sunt filiformi, drepţi sau îndoiţi.

Lophodermium pinastri (fig. 44 D, E) provoacă pieirea în masă a puieţilor de pin din pepinierele silvice. Ciuperca afectează frunzele, provocând căderea lor.

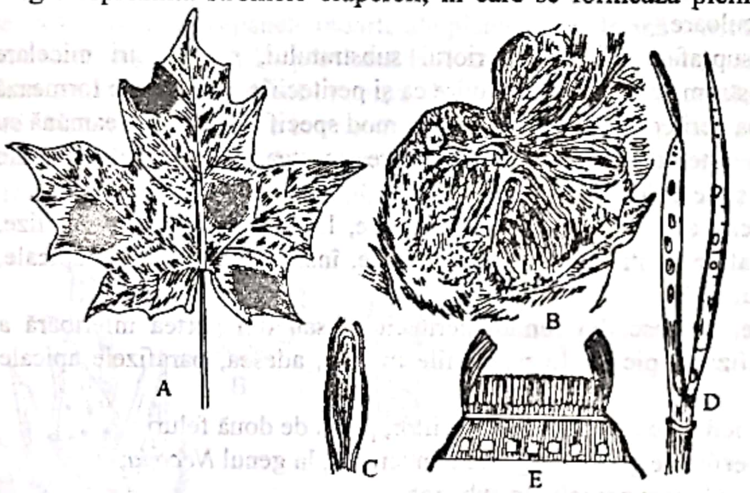


Fig. 44. Ord. *Phacidiales*. A-C – *Rhytisma acerinum*: A – frunză de arţar atacată de ciupercă; B – apoteciul în stromă; C – asca cu ascospori; D, E – *Lophodermium pinastri*; D – apotecii pe frunza de pin; E – apoteciu în secţiune (după Sidorova, din Gorlenko)

4.3. Ordinul *LECANORALES*

Acestea reprezintă ciupercile ascomicete, care intră în alcătuirea lichenilor din zonele temperate. Ciupercile care trăiesc în simbioză cu algele şi formează lichenii prezintă apotecii vizibile. În apotecii, printre parafize cu capete îngroşate, se află asce cu o construcţie deosebită. Ele au formă de măciucă, cu perete gros, pluristratificat, însă cu toate straturile egale în elasticitatea lor. Se deschid printr-un por apical, care prezintă, de jur împrejur, o excrescenţă amilacee.

Ordinele următoare: 4.4. – 4.7. se caracterizează prin corpuri-fructe în formă de sticlă, numite peritecii, care se deschid şi eliberează ascosporii printr-un orificiu preformat, situat în vârf, numit ostiolă. Dezvoltarea corpurilor-fructe este de tip ascohimenial. Ascele, între care se află numeroase hife haploide sterile numite parafize, sunt dispuse la baza periteciului şi pe pereţii laterali ai acestuia, în formă de palisadă, alcătuind himeniul.

Ascele, la maturarea lor, se alungesc până la nivelul ostiolei periteciului, după care eliberează activ, prin azvârlire, ascosporii. După golirea celor opt ascospori, asca devine flască şi cade la fundul periteciului, lăsând astfel locul liber pentru o nouă ască. Ascosporii sunt aruncaţi în sus până la înălţimea de 20 cm sau mai mult.

4.4. Ordinul *SPHAERIALES*

Acest ordin încadrează ciupercile la care periteciile, mici până la 1 mm, sunt negre, în formă de urcior şi cu peridia bine dezvoltată. În peritecii se află ascele clavate sau cilindrice, cu parafize şi perifize între ele. Ascele prezintă, în jurul porului apical, o excrescenţă care funcţionează ca o închizătoare aplatizată a acestuia. Pe miceliu sau strome se formează, de regulă generală, câte un periteciu. Ascosporii sunt aruncați din periteciu în mod activ, prin orificiul acestuia.

Familia *Neurosporaceae*

Genul ***Neurospora*** (gr. neuros-nervură) cu *N. sitophila* și *N. crassa* care formează „mucegaiul roșu al pâinii". Ele pot suporta temperaturi de până la +75 ^{0}C. Se formează pe fiecare miceliu atât ascogoane cât și celule capabile să transmită, în procesul de fertilizare, nuclei ♂. Ca transmițători de nuclei ♂, prin trichoginul ascogonului, servesc atât megaconidii (cu mai mulți nuclei) cât și microconidii (cu un nucleu), dar și celule somatice ale miceliului haploid. Atât megaconidiile cât și microconidiile, pe lângă rolul în procesul sexual, pot să germineze și să dea naștere la un nou miceliu. După fertilizare, din ascogonul fecundat iau naștere hife ascogene dicariotice cu cârlig care formează asce cu ascospori.

Mult utilizate în cercetările de genetică sunt speciile saprotrofe, care trăiesc pe gunoi și anume: ***Podospora***[*] ***anserina*** (prezintă asce cu opt ascospori), ***Sordaria***[*] ***fimicola*** și ***S. macrospora*** (ascele lor au numai patru ascospori).

4.5 Ordinul *HYPOCREALES*[#]

Acestea reprezintă un grup mare de ciuperci, care se caracterizează prin peritecii moi sau cărnoase, viu colorate sau deschise la culoare.

Periteciile se formează, la suprafața sau în interiorul substratului, pe plexuri micelare spongioase, numite subiculum, sau pe strome cu aceeași alcătuire ca și periteciile. Acestea se formează câte una sau în grupe mici. Dezvoltarea periteciilor se desfășoară în mod specific și nu se aseamănă cu cea de la *Clavicipitales*. De aceea, în sistemele recente de clasificare, acestea nu mai sunt încadrate împreună. De asemenea, se deosebesc și de *Sphaeriales*.

Periteciile hipocrealelor au peridia bine dezvoltată. Între asce, la baza lor, se află perifize, adică hife multicelulare diploide. Parafize veritabile lipsesc între asce, însă se află parafize apicale, care cresc în partea de sus a periteciului tânăr.

Ascele, cilindrice sau clavate, pornesc din fundul periteciului sau din partea inferioară a pereților laterali și cresc printre parafizele apicale. În periteciile mature, adesea, parafizele apicale dispar.

Stromele hipocrealelor, după modul de aranjare a periteciilor, pot fi de două feluri:

-strome bazale cu peritecii superficiale, parțial înglobate în strome, la genul *Nectria*;

-strome compacte cu peritecii înglobate complet în substrat.

Aceste ultime strome pot fi: pulviniforme (în formă de perniță), cilindrice, clavate (măciucate) și pot avea culoare deschisă (albă gălbuie) sau aprinsă (roșie, portocalie, galbenă sau, uneori, albastră sau violetă).

În ciclul ontogenetic stadiul asexuat conidial este cel mai important și joacă rol în răspândirea acestor ciuperci, deseori substituind complet pe cel sexuat, de ască. Pentru *Hypocreales* este caracteristic dimorfismul sau polimorfismul, adică formarea a două sau mai multe stadii conidiale, cu microconidii și megaconidii.

Hipocrealele parazitează plantele superioare, insecte, licheni, alte ciuperci. Există și specii saprotrofe pe resturi vegetale, lemn în putrefacție, în sol etc. Unele specii sunt coprofile sau chiar de apă sărată, trăind pe lemnul scufundat în apă.

Cele mai numeroase specii trăiesc în regiunea temperată, iar cele mai variate se află la tropice.

Genuri principale: *Nectria, Giberella, Micronectriella, Cephalosporium.*

Genul ***Nectria*** se caracterizează prin peritecii care se formează pe micelii sau strome pulviniforme, cărnoase, colorate în roșu sau portocaliu. Stroma este o împletire de hife consistentă, tare, în care se

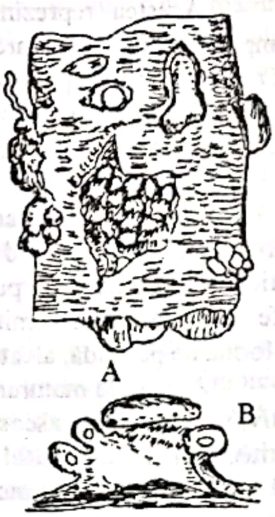


Fig. 45. *Nectria cinnabarina*: A – aspectul exterior al stromelor conidiale și periteciilor; B – stroma în secțiune (după Sidorova, din Gorlenko)

află periteciile, câte una sau grupate mai multe la un loc, formând corpuri-fructe colective. La *N. cinnabarina* (fig. 45) periteciile stau pe strome de culoare roșu-cinabru (asemănătoare cu a sulfurii de mercur numită cinabru). Pe strome se formează mai întâi conidiile hialine (această fază conidială este numită *Tubercularia vulgaris*), și apoi periteciile. Și unele și altele sunt vizibile ca pustule roșii pe ramurile moarte ale unor pomi fructiferi (măr, păr, prun, nuc, cireș ș.a.), dar și ale unor arbori foioși. Este o specie saprotrofă. Infectarea se face prin răni ale pomilor, cu origine diferită.

---

[*] Uneori încadrate într-un ordin distinct: *Sordariales*.

[#] Tratat diferit: uneori înglobat la Sphaeriales, alteori la *Clavicipitales*.

Nectria galligena prezintă conidii necolorate, trăiește ca parazit în scoarță și produce cancerul pomilor fructiferi. Părțile de scoarță omorâte de ciupercă se acoperă cu un calus de rană, care este din nou omorât, ceea ce duce la apariția unor forme neregulate de acoperire și aspectul canceros al ramurilor pomilor fructiferi.

Genul ***Giberella*** formează peritecii coriacee moi, de culoare neagră sau neagră-cafenie. Ele se formează direct, pe miceliu sau pe strome de culoare albastru-închisă.

G. fujikuroi este răspândită în regiunile calde, cu umiditate sporită, din regiunile temperate până la tropice și subtropice. Se poate afla în sol, pe plante din diverse familii botanice, la care atacă rădăcinile, axele lăstarilor și semințele. Această ciupercă este răspândită mai ales în stadiul conidial și poartă numele de *Fusarium moniliforme*. Numai sub această formă asexuată se află și în România. Conidiile sunt de două feluri. Microconidiile sunt dispuse în lanțuri formând un strat pulverulent. Printre ele se află puține megaconidii, fusiforme sau îndoite, cu 3-7 celule. Periteciile ciupercii se dezvoltă numai pe organele moarte ale plantelor, au formă sferică sau conică. *G. fujikuroi* este o specie patogenă heterotalică. Ea provoacă boli la graminee cultivate ca: orez, trestie de zahăr, porumb, sorg. Este agentul patogen al bolii numită „băcană", răspândită mai ales în Japonia, India ș.a. La plantele de orez bolnave se alungesc internodiile axei lăstarului, frunzele devin mai înguste și lungi, iar în caz de atac mai puternic plantele devin clorotice și pier. Aceste simptome sunt provocate de substanțele de creștere numite gibereline, eliminate de ciupercă în țesuturile plantei gazdă. Pornind de la observațiile asupra plantelor atacate, au fost extrase din acestea, pentru prima dată, substanțele de creștere numite gibereline.

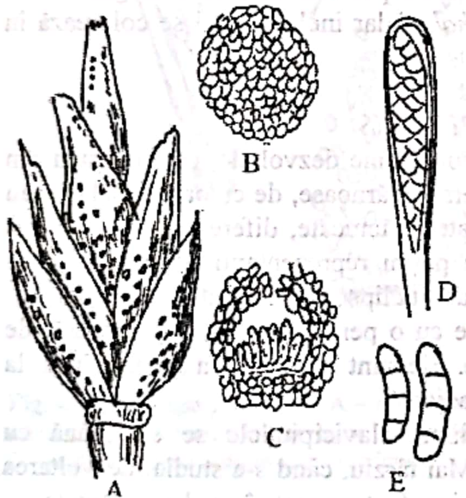


Fig. 46. *Giberella zeae*: A – peritecii pe spiculețele de grâu; B – aspectul exterior al periteciului; C – secțiune în peritecіu; D – asca; E – ascospori (după Sidorova, din Gorlenko)

G. zeae (fig. 46) se dezvoltă pe grâu, orz, ovăz, secară, iar la tropice pe orez și porumb. Ea atacă plantulele, iar la plantele mature rădăcinile și axa lăstarului. În regiunile cu umiditate sporită, unde se cultivă grâul, această ciupercă provoacă o boală gravă-fusarioza, care duce la scăderea recoltei și la alterarea calității grăunțelor. Cariopsele atacate pot duce la intoxicații grave și la oameni. Pe grăunțele de porumb ciuperca produce *fumonisinele*, micotoxine implicate în cancerul uman de esofag, într-o boală neurologică fatală a cailor și într-o boală respiratorie la porci. Pe spice și pe pai se formează conidiile. Stadiul conidial poartă numele de *Fusarium graminearum*. Spre sfârșitul perioadei de vegetație și după recoltarea grâului, pe internodiile inferioare ale axei lăstarului se formează periteciile de culoare albastră-negricioasă.

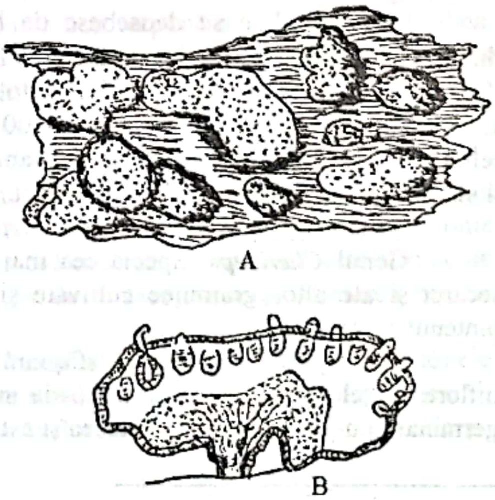


Fig. 47. *Hypocrea*. A – aspect exterior; B – secțiune în stromă (după Sidorova, din Gorlenko)

Micronectriella nivalis cu stadiul conidial ***Fusarium nivale***, se dezvoltă primăvara devreme, după topirea zăpezii și provoacă „putrezirea" semănăturilor de toamnă.

Genul ***Hypocrea*** (fig. 47) încadrează specii saprotrofe pe lemn, rămășițe vegetale, mușchi, carpofori bătrâni de iască. Stromele sunt extinse și au aspect de pernițe sau emisfere cărnoase sau ceroase, de culoare albicioasă, gălbuie sau verzuie. *H. rufa* reprezintă stadiul de rodire sexuată (ascală) iar *Trichoderma viride* stadiul de dezvoltare asexuată (conidială) al acestei ciuperci saprotrofe. Se dezvoltă în sol, pe resturi vegetale sau alte substraturi ce conțin celuloză. Se întâlnește mai ales în stadiul conidial, ca *Trichoderma viride* și are utilizări industriale la producerea celulozei.

Din specii ale genului ***Cephalosporium*** (***Acremonium***) se extrag cefalosporinele, antibiotice care, ca și penicilina, distug bacteriile prin inhibarea enzimelor implicate în biosinteza pereților celulari.

4.6. Ordinul *DIAPORTHALES*

Ordinul încadrează ciupercile cu peritecii clavate sau cilindrice, de culoare brună sau neagră. Parafizele lipsesc, însă se află perifize la gâtul periteciului.

Ascele au un piciorus scurt, care la maturare se lizează, încât acestea apar dispuse liber într-o masă mucilaginoasă. Aparatul apical al ascelor este alcătuit dintr-un por, înconjurat de un inel optic mai dens, care se colorează intens cu albastru de anilină. Periteciile se formează în interiorul împletiturilor stromatice.

Cele mai numeroase specii sunt parazite și pătrund cu stromele lor în țesuturile gazdă, de unde ies în afară numai gâturile lungi ale periteciilor.

Glomerella cingulata este agentul patogen al „putregaiului amar al fructelor de măr și păr".

Endotica parazitica a ajuns în America de Nord și acolo a distrus, practic complet, castanii buni (*Castanea dentata*). Atacă tulpina și ramurile de castan provocând boala numită „antracnoză" sau cancerul scoarței. Foarte dăunătoare este și în Europa.

4.7. Ordinul *XYLARIALES*[*]

Pe strome se formează corpuri fructe colective, mai mari, în formă de pernă, măciucă sau coarne de cerb, în care sunt înglobate numeroase peritecii.

Xylaria hypoxylon are stromele în formă de coarne de cerb. Este frecventă pe cioturile de foioase. Ciuperca poartă conidii în partea albă de sus, iar mai târziu peritecii în partea neagră de jos. Aparatul apical al ascei este asemănător cu cel de la *Diaporthales*, dar inelul apical se colorează în albastru cu reactivul Melzer (I în KI).

4.8. Ordinul *CLAVICIPITALES*

Clavicipitalele formează peritecii în interiorul unor strome bine dezvoltate, care constau din hifele ciupercii, dens întrețesute. Stromele sunt, de regulă generală, cărnoase, de culoare deschisă sau intens colorate, de diverse forme: extinse pe substrat, pulvinate, măciucate, diferențiate în piciorus steril și partea fertilă lărgită, purtătoare de peritecii. Doar la puțini reprezentanți stroma este slab dezvoltată și reprezintă subiculum afânat, spongios, sau uneori acesta lipsește complet.

Periteciile clavicipitalelor au structură tipică, acoperite cu o peridie moale sau cărnoasă, de culoare albă sau deschisă la culoare, rareori închisă la culoare. Ele sunt înglobate în stromă, încât la suprafață iese numai gâtul alungit, sub forma unei mucozități conice.

După culoarea și consistența stromelor și periteciilor, clavicipitalele se aseamănă cu hypocrealele, fiind tratate cândva împreună, în același ordin. Mai târziu, când s-a studiat dezvoltarea periteciilor, s-a constatat că acestea se formează în mod diferit și au fost separate în ordine distincte.

În stadiul timpuriu de dezvoltare, în peritecii sunt prezente parafize veritabile, care apoi se lizează repede.

Clavicipitalele se deosebesc de hipocreale și prin structura ascelor și a ascosporilor. La clavicipitales, ascele sunt foarte lungi, cilindrice, la vârf cu un corp de umflare, hemisferic până la sferic, optic mai dens. Ascosporii sunt totdeauna filiformi, lungi și cu numeroase septuri. Lungimea ascosporilor depășește lățimea de 50-100 ori. După ieșirea din asce, ascosporii se fragmentează în celule, fiecare din acestea devenind capabile să germineze. Sporii sunt dispuși în ască într-un fascicul și sunt expulzați, pe rând, prin porul ascei.

Genuri principale: *Claviceps*, *Cordyceps*, *Epichloë*.

Genul ***Claviceps***. Specia cea mai importantă este *C. purpurea* (fig. 48) parazită pe ovarele secarei și ale altor graminee cultivate și spontane. La acestea produce boala numită „cornul sau pintenul secarei".

Ciclul de viață se desfășoară în modul următor: primăvara, ascosporii infectează inflorescențele gramineelor în perioada înfloririi. Dacă ascosporii nimeresc pe paleele florii, hifa de germinare nu poate străpunge paleea și astfel infectarea nu are loc. Dacă paleele sunt deschise, etalate, şi ascosporii ajung pe ovarele sau stigmatele florii, ei germinează şi filamentele de germinare pătrund în ovar. Peste câteva zile de la infectare, pe planta atacată se dezvoltă stadiul conidial al ciupercii numit *Sphacelia segetum*. În ovar se formează o masă compactă miceliană pe care se dezvoltă conidioforii cu conidii mici, înglobate într-un lichid dulce numit „mierea ursului". Acest lichid are miros urât pentru om şi este alcătuit din diverse glucide. El atrage însă insectele, care, astfel, joacă rol în împrăştierea conidiilor pe ovarele plantelor sănătoase. Conidiile mai pot fi împrăştiate şi prin picăturile de ploaie, prin atingerea spicelor unele de altele, iar după uscarea „mierii ursului" şi prin intermediul vântului.

---

[*] Uneori încadrate la *Diaporthales*

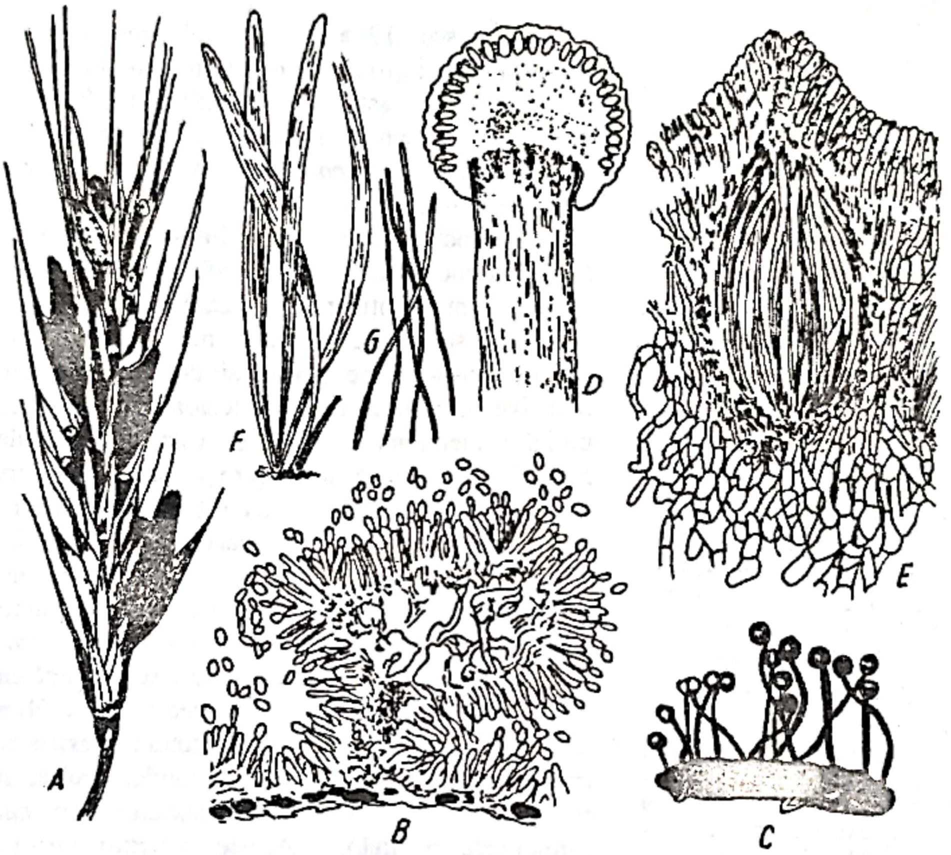


Fig. 48. *Claviceps purpurea*: A – spic de secară cu scleroţi; B – miceliu cu conidii; C - sclerot germinat cu strome măciucate (ascostrome); D – secţiune longitudinală într-o stromă cu numeroase peritecii periferice; E – periteciu; F – asce; G – ascospori (după Sidorova, din Gorlenko)

După consumarea ţesuturilor ovarelor, miceliul se transformă într-un sclerot. Scleroţii depăşesc în lungime paleile (cămăşile) florii şi ies la exterior. Au culoare neagră-violacee şi poartă numele de „cornul secarei". Maturarea lor completă şi schimbarea treptată a culorii de la galben-cafeniu → cenuşiu-violaceu până la negru-violaceu, coincide cu coacerea cariopselor secarei. În florile atacate, în locul cariopselor, se dezvoltă din ovare scleroţii ciupercii. Aceştia reprezintă formaţiuni tari rezultate din împletiri dense (paraplectenchim), iar în interior împletiri mai laxe (prosoplectenchim). Scleroţii reprezintă forma de rezistenţă a ciupercii.

Căzând pe sol, în timpul secerişului, ei iernează în mirişti, iar primăvara, prin germinare, dau naştere la cordoane miceliene de 2-4 cm lungime. La capătul acestor cordoane se formează strome măciucate (= ascostrome) sub forma unui ac cu gămălie, de culoare roz aprins. În aceste strome se formează gametangiile (ascogoanele şi gametociştii ♂), care după ascogamie şi formarea hifelor ascogene dicariotice, formează ascele cu ascospori.

La periferia stromelor se formează periteciile, de forma unei sticle, în care se află ascele alungite, cu câte 8 ascospori hialini, filamentoşi. Formarea periteciilor are loc după tipul ascohimenial. Primăvara, ascosporii sunt transportaţi de curenţii de aer pe inflorescenţele gramineelor şi reîncep, astfel, ciclul de viaţă.

Utilizări şi acţiuni vătămătoare ale „cornului secarei"

Datorită alcaloizilor toxici pe care-i conţine, încă din sec 17, „cornul secarei" (C.S.) este cunoscută ca o ciupercă toxică. Toxicoza la oameni, în prezent, este mai rar întâlnită şi se manifestă prin greţă, ameţeli, vărsături, tulburări de vorbire, respiratorii şi în final comă. Nu numai oamenii, care consumă pâinea din făină de secară infectată cu această ciupecă, pot suferi temutele otrăviri, ci şi caii care consumă secara cu „cornul secarei".

Boala provocată se numeşte acum ergotism (mai înainte se numea „Focul Sfânt" sau „Focul Sfântului Anton") şi se datorează alcaloizilor toxici: ergotamină, ergotoxină, ergocriptină ş.a. Acestea provoacă contractarea musculaturii viscerale, a vaselor de sânge, dar au şi acţiune toxică asupra sistemului nervos.

În sec. 19 a început utilizarea acestor acaloizi în terapeutica ştiinţifică. Ei determină contractura vasculară şi uterină, ducând astfel la expulzarea fătului. De asemenea, produsele „cornului secarei", cunoscut în farmacie sub numele de *Secale cornutum*, se folosesc pentru oprirea hemoragiilor uterine.

Produse farmaceutice din România, pe bază de C.S., sunt: Distonocalm, Ergomet, Cofedol ş.a.

Pentru obţinerea pe scară industrială a alcaloizilor din C.S. se utilizează două metode: extragerea lor din scleroţii crescuţi pe plante şi cultura ciupercii pe medii nutritive corespunzătoare. Sinteza artificială a alcaloizilor cu utilizări medicinale, din C.S. este posibilă, dar nu este rentabilă din punct de vedere economic. Pentru a obţine scleroţii se foloseşte metoda infectării lanurilor de secară, acesta fiind procedeul cel mai accesibil şi rentabil.

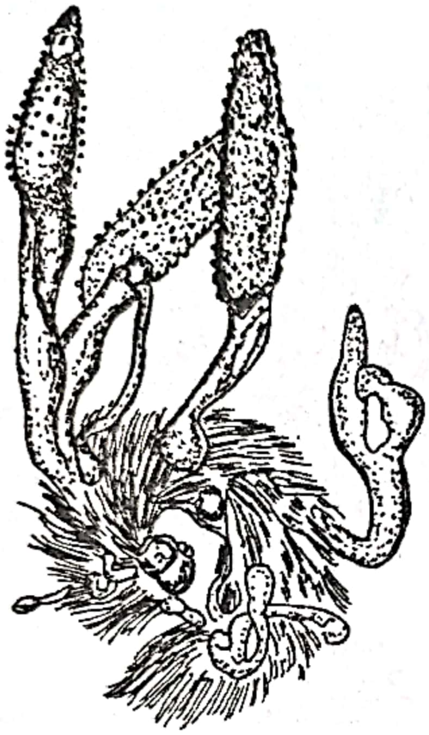


Fig. 49. *Cordyceps*. Pseudosclerotul cu strome în corpul larvei unui fluture (după Sidorova, din Gorlenko)

Genul ***Cordyceps*** (fig. 49) cuprinde specii parazite pe organisme cu învelişuri chitinoase (insecte şi arachnide) sau pe ciuperci hipogeice ca *Elaphomyces*. Cea mai cunoscută specie este *Cordyceps militaris*, care se dezvoltă ca parazit pe larvele şi pupele fluturilor ce iernează în sol. Hifele pătrund în corpul gazdei, consumă tot conţinutul acesteia şi în final se transformă în corpuri micelare rotunde. Acestea sunt strome cu peritecii, care ies din larva insectei. Sunt cunoscute ca „omizi ale plantelor". Aceste structuri neobişnuite sunt utilizate în medicina chineză ca tratament pentru stări de slăbiciune după boală, debilitate generală, anemii, tusea cronică sau chiar în tumori maligne. Învelişurile insectei atacate se întăresc printr-o masă micelară dură, care poartă numele de pseudoscleroţiu. Primăvara, corpurile micelare rotunde germinează, formând strome măciucate, de culoare portocalie, deasupra solului.

Epichloë typhina este o ciupercă parazită pe plante erbacee. Stroma la început este albă, apoi galbenă şi cuprinde, de jur împrejur, firul de iarbă. Mai întâi de pe stromă se formează conidii şi apoi peritecii.

4.5. (Supra)- ordinul *DOTHIDEALES*

Supraordinul încadrează ciuperci la care peretele ascei este bitunicat. Stratul exterior, subţire, nu este elastic şi se rupe la presiunea turgescenţei din interiorul ascei. Stratul interior, însă, este mai gros şi elastic şi prin întinderea lui forţează expulzarea activă a ascosporilor.

Corpurile fructe se formează după modelul ascolocular şi se numesc pseudotecii, deoarece numai aparent se aseamănă cu periteciile.

Aici aparţin mai mulţi agenţi patogeni ai plantelor superioare: ***Venturia, Fusicladium, Capnodium***, ş.a.

Herpotrichia se întâlneşte în zonele montane înalte. Ea îmbracă ramurile de conifere cu o împletitură de hife de culoare brun-negricioasă, care, în final, duc la moartea arborilor.

La toate aceste cuiperci, ascostromele conţin câte unul sau mai câţiva loculi. Ascele se dezvoltă în grup compact, începând din partea bazală a stromei.

Mycosphaerella fragariae este parazită pe frunzele de fragi şi căpşuni, la care provoacă pătarea albă a frunzelor.

Venturia inaequalis (fig. 50). Forma conidială se numeşte ***Fusicladium***. Este parazită pe măr şi provoacă boala numită „pete cafenii" pe frunze şi fructe şi rapănul ramurilor. Plantele atacate au fructele pătate, de calitate inferioară. *V. pyrina* produce aceeaşi boală la păr.

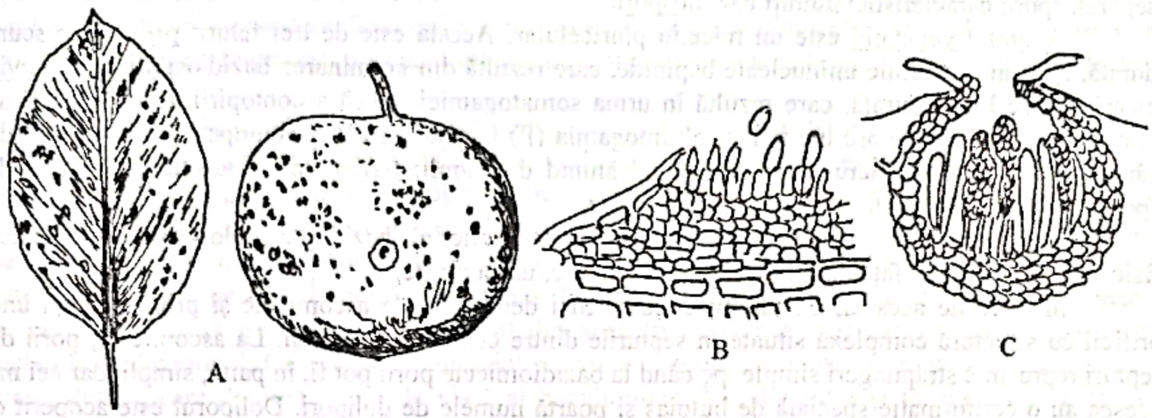


Fig. 50. Ordinul *Dothideales*. *Venturia inaequalis:* A – frunza şi fructul de măr, atacate de ciupercă; B – sporulaţia conidială; C – pseudoteciu (după Sidorova, din Gorlenko)

Originea şi evoluţia ascomicetelor

Originea ascomicetelor este şi astăzi mult discutată. Mai cunoscute şi fundamentate teoretic sunt două ipoteze.

Prima ipoteză, enunţată de J. Sachs (1874), după care ascomicetele ar fi putut deriva din algele roşii (*Rhodophyta*), este mai puţin de actualitate. Ca argumente în sprijinul acestei ipoteze au fost aduse: asemănarea gametangilor feminini, respectiv ascogonul şi carpogonul, ambele cu trichogin şi fertilizarea prin celule sexuale imobile, numite spermatii (nuclei ♂), formate în gametangii ♂; de asemenea, s-au omologat hifele ascogene de la ascomicete cu gonimoblastele de la rodofite. În ciuda acestor asemănări, între cele două grupe există mari diferenţe structurale: lipsa pigmenţilor asimilatori, dicariofază, chimismul pereţilor celulari şi aparatul Golgi. Împotriva unei astfel de derivări a ascomicetelor din rodofite se aduc şi argumente paleontologice. Astfel, *Rhodophytae*- le au apărut ca forme specializate începând cu Permianul, în timp ce *Ascomycetae*-le mult mai devreme, în Carbonifer.

A doua ipoteză a fost elaborată în 1880, de către A. de Bari şi O. Breféld. Conform cu aceasta, ascomicetele sunt înrudite, prin unele însuşiri ale lor, cu *Zygomycetae*- le şi *Chytridiomycetae*- le. Ca argumente se aduc: gametangiogamia, alcătuirea concordantă a pereţilor celulari din chitină şi glucani, sinteza lizinei pornind de la acidul aminoadipinic, membrana nucleului rămâne intactă în timpul diviziunii celulare, nu se formează fus de diviziune şi fragmoplast. Pierderea celulelor germinative flagelate la ascomicete şi zigomicete (în contrast cu *Chytridiomycetae*- le) este interpretată ca o adaptare la mediul aerian-terestru. Cu privire la unele caractere morfologice, ascomicetele stau mai aproape de zigomicete, în timp ce prin caracterele biochimice mult mai aproape de *Chytridiomycetae*.

Derivarea *Ascomycetae*- lor din ciuperci inferioare, pe linia *Chytridiomycetes* şi *Zygomycetes*, până la *Ascomycetes*, este susţinută de numeroşi micologi.

O ipoteză interesantă a elaborat M. Chadefaud (1975), după care atât algele roşii cât şi ascomicetele au evoluat pe linii paralele, dintr-un strămoş comun ipotetic.

În concluzie, se consideră că evoluţia ascomicetelor a urmat calea complicării lor structurale, a perfecţionării sporulaţiei conidiale şi a celei ascale, aceasta din urmă legată de formarea corpurilor fructe. Se poate urmări trecerea de la ciuperci primitive de tipul *Dipodascales*, cu număr mare şi instabil de ascospori în asce, spre ordinele evaluate în care numărul de ascospori în asce este mai mic, strict determinat şi stabil.

5.4. Clasa *BASIDIOMYCETES*

Bazidiomicetele sunt cele mai evoluate ciuperci, atât prin structura corpului vegetativ cât şi prin perfecţionarea sporulaţiei asexuate şi sexuate.

Sunt cunoscute circa 30.000 specii, ceea ce reprezintă aproximativ 30% dintre toate ciupercile de pe glob. Caracterul distinctiv al lor îl reprezintă bazidia („stativul sporilor"), pe care se formează, separat, sporii caracteristici numiţi bazidiospori.

Aparatul vegetativ este un miceliu pluricelular. Acesta este de trei feluri: primar, de scurtă durată, alcătuit din celule uninucleate haploide, care rezultă din germinarea bazidiosporilor; secundar dicariotic, de lungă durată, care rezultă în urma somatogamiei, adică a contopirii a două celule ale miceliului primar, când are loc numai plasmogamia (P) iar nucleii nu se contopesc, ci se alătură doi câte doi, de tipuri de încrucişare diferite, alcătuind dicarionii; terţiar, tot dicariotic, însă cu înaltă specializare, intrând în alcătuirea corpurilor fructe.

Spre deosebire de ascomicete, miceliul dicariotic al bazidiomicetelor este independent fiziologico-nutriţional faţă de hifele haploide primare, uninucleate.

În afară de acestea, bazidiomicetele se mai deosebesc de ascomicete şi prin prezenţa unor orificii cu structură complexă situate în septurile dintre celulele miceliului. La ascomicete, porii din septuri reprezintă străpungeri simple, pe când la bazidiomicete porii pot fi, în parte, simpli, dar cel mai adesea au o conformaţie specială de butoiaş şi poartă numele de dolipori. Doliporul este acoperit de ambele părţi de câte un parentosom, care ia aspectul unor paranteze şi reprezintă răsfrângeri ale RE. Prin aceşti pori trece, de la o celulă la alta a miceliului, atât citoplasma cât şi nucleii. Peretele celular de la bazidiomicete prezintă o structură polilamelară.

Miceliile se pot prezenta ca hife simple, filamentoase (la *Uredinales*, *Ustilaginales*) sau se împletesc în moduri diferite, alcătuind plectenchimurile, care intră în alcătuirea corpurilor sporifere de la bazidiomicetele macromicete.

Numeroase bazidiomicete sunt saprotrofe pe resturi vegetale, litieră, în sol sau formează micorize.

Există numeroase specii parazite şi patogene pe plante şi animale.

Formarea bazidiei şi bazidiosporilor (fig. 51)

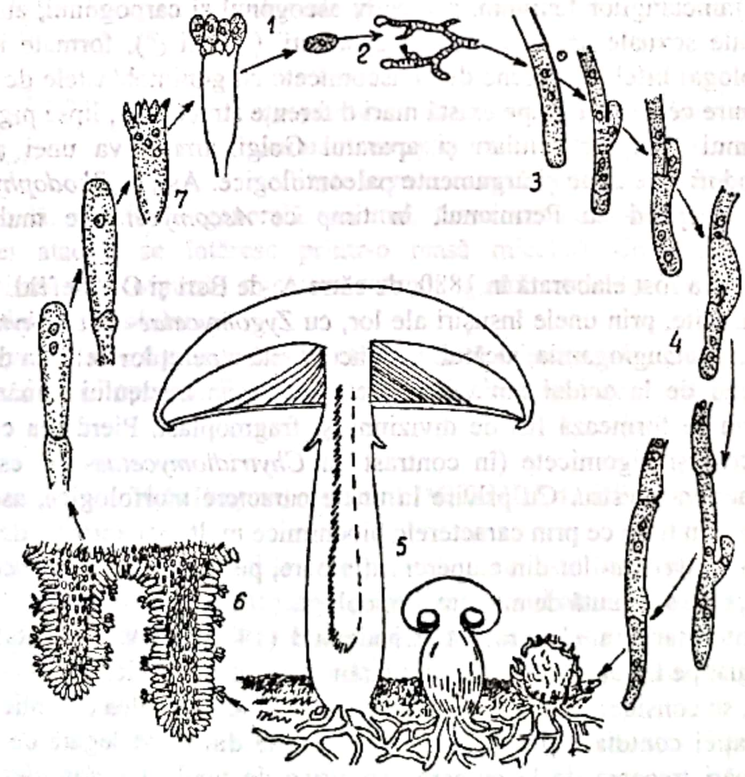


Fig. 51. Formarea bazidiei cu bazidiospori la ciuperca de câmp (*Psalliota campestris*): 1 – bazidiospor; 2 – miceliu primar haploid; 3, 4 – miceliu secundar dicariotic rezultat în urma somatogamiei şi formarea anselor; 5 – diferite forme de dezvoltare a corpului-fruct; 6 – himeniu; 7 – celula mamă a bazidiei cu cei doi nuclei haploizi, formarea nucleului diploid, meioza în bazidie şi formarea a 4 nuclei haploizi şi apoi 4 bazidiospori pe sterigme (după Soó)

La bazidiomicete nu se mai formează gametangii ca la ascomicete. Procesul sexual a atins treapta cea mai înaltă de specializare și simplificare și anume somatogamia. Aceasta constă în contopirea a două celule vegetative ale miceliului haploid, rezultat din germinarea bazidiosporilor. Dacă se întâlnesc două micelii cu tip de încrucișare contrar (+ și -), atunci fuzionează două celule vegetative, de la cele două micelii care se ating între ele. Are loc numai plsmogamia, iar nucleii se împerechează câte doi (diferiți genetic) alcătuind dicarionii. Cei doi nuclei se divid sincron și prin apariția septurilor se formează miceliul secundar dicariotic, de lungă durată, independent de miceliul haploid din punct de vedere fiziologico-nutrițional. Ca și la ascomicete, între plasmogamie (P) și cariogamie (K) se interpune o fază dicariotică (dicariofaza), care, la bazidiomicete, este de lungă durată.

Formarea bazidiei are loc, în mod analog, cu cea a ascei, la extremitățile hifelor dicariotice. Pe pereții laterali ai acestor celule terminale, în dreptul septurilor, apar niște excrescențe numite anse, care sunt analoage cârligului hifelor ascogene (situat însă terminal). În ansă pătrunde un nucleu din dicarion, iar celălalt nucleu rămâne în celula terminală. Ambii nuclei se divid sincron, rezultând, astfel, patru nuclei, dintre care doi sunt de la nucleul (+) și doi de la nucleul (-). Cei patru nuclei se grupează câte doi, deosebiți genetic. În celula superioară (bazidială) rămân doi nuclei (+ și -), care sunt separați de celula inferioară printr-un sept. Nucleul din ansă trece, prin dolipor, în celula inferioară și se restabilește dicarionul. Celula bazală dicariotică poate dezvolta, în continuare, miceliul dicariotic, de lungă durată, care domină ciclul de viață al bazidiomicetelor, dar intră și în alcătuirea corpurilor-fructe.

În celula terminală (celula mamă a bazidiei) are loc cariogamia (K) și rezultă nucleul diploid. Această celulă diploidă se alungește și devine bazidie. În aceasta are loc meioza, în urma căreia rezultă patru nuclei haploizi. Pe această celulă, cu patru nuclei haploizi, care reprezintă bazidia, apar patru excrescențe sub forma unor pedunculi scurți, numite sterigme. Cei patru nuclei haploizi, înconjurați de citoplasmă și o membrană subțire, migrează în vârful sterigmelor și devin, astfel, cei patru bazidiospori (câte doi de sexe diferite). Bazidiosporii sunt, astfel, exospori, în contrast cu ascosporii, care sunt endospori.

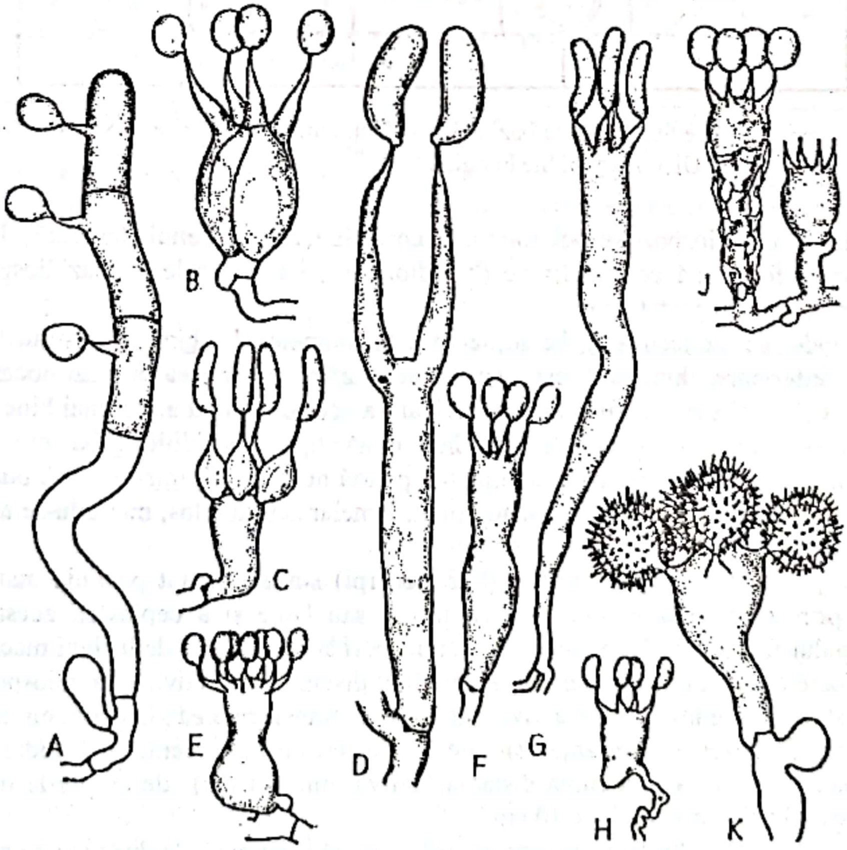


Fig. 52. Forme de bazidii. A – *Platygloea* (*Auriculariales*); B – *Bourdotia* (*Tremellales*); C – *Tulasnella* (*Tulasnellales*); D – *Dacrymyces* (*Dacrymycetales*); E – *Sistotrema* (*Poriales*); F – *Hyphoderma* (*Poriales*); G – *Exobasidium* (*Exobasidiales*); H – *Xenasma* (*Protohymeniales*); J – *Repetobasidium* (*Poriales*); K – *Scleroderma* (*Sclerodermatales*) (după Oberwinkler, din Strasburger, 1999)

După structura lor, bazidiile sunt de două tipuri, însă construite în mai multe variante (fig. 52):

1. Heterobazidia (fig. 53) este tipul de bazidie septată longitudinal sau transversal, în patru celule, care poartă pe acestea, la nivele diferite, cei patru bazidiospori. Fragmobazidia (teliobazidia), ca bazidie septată transversal, în lucrările recente este înglobată la heterobazidie. Terminologia părților componenete ale bazidiei septate transversal (septobazidia-tip) variază la diferiți autori (fig. 53). În cele mai numeroase lucrări este adoptată terminologia după Donk (1931, 1953): probazidie, metabazidie și sterigma (cu protosterigma și spiculum).

2. Holobazidia este unicelulară, neseptată, de formă cilindrică sau clavată. Bazidiosporii sunt dispuși pe acest tip de bazidie la același nivel. Ea este caracteristică bazidiomicetelor cu mod activ de împrăștiere a bazidiosporilor.

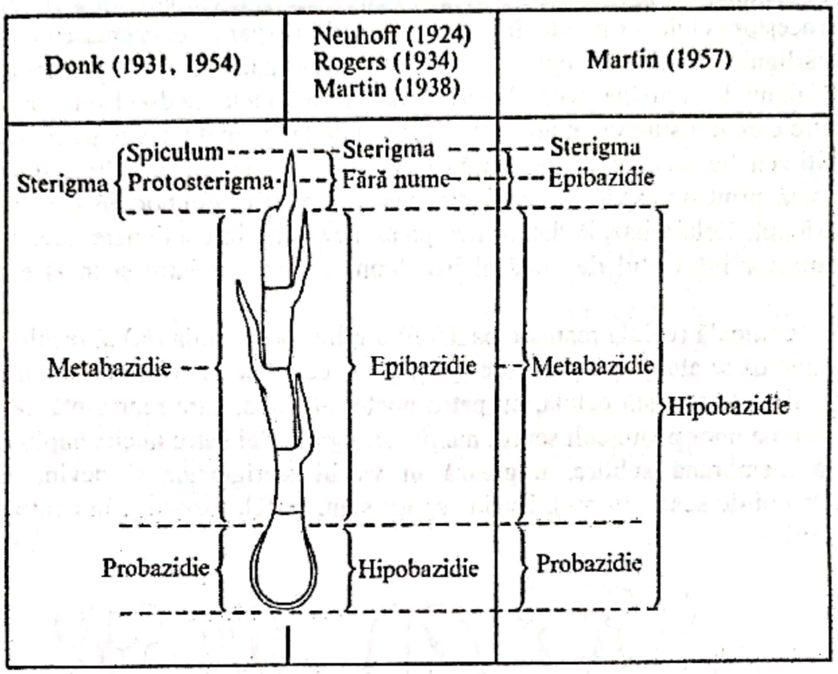


Fig. 53. Comparație între terminologia bazidiei la diferiți autori, cu referire la *Septobasidium*-type (după Talbot, 1973, din Dictionary of the Fungi, 2001)

Bazidiile cu bazidiospori se pot forma, uneori, direct pe miceliul dicariotic. La majoritatea bazidiomicetelor se formează corpuri-fructe (bazidiocarpi), iar bazidiile cu bazidiospori se află în interiorul acestora sau pe suprafața lor.

Locul unde se concentrează bazidiile poartă numele de himeniu (strat himenial). La bazidiomicetele inferioare, himeniul este situat pe partea superioară a bazidiocarpilor, numiți resupinați, iar la cele mai evoluate pe partea inferioară a acestora, fiind astfel mai bine protejat. Între bazidii se află hife sterile numite cistide, care preîntâmpină alipirea bazidiilor și bazidiosporilor.

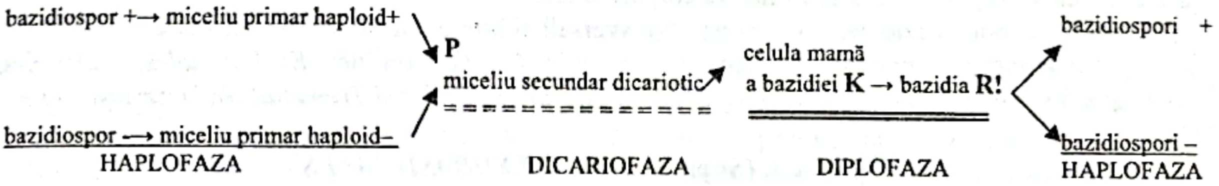
Suprafața corpului-fruct ocupată de himeniu poartă numele de himenofor. El poate fi neted, la bazidiomicetele inferioare, iar la cele evoluate dințat, lamelar sau tubulos, mărindu-se astfel suprafața cu bazidii și bazidiospori.

Evoluția generală a corpurilor-fruct (bazidiocarpi) s-a desfășurat pe linia măririi suprafeței himenoforului, prin apariția unor dinți, aculei, tuburi sau lame și a deplasării acestuia pe partea inferioară a corpului-fruct. Astfel, bazidiile cu bazidiospori sunt protejate de leziuni mecanice, picături de ploaie etc. Toate aceste întocmiri sunt în legătură cu diseminarea activă a bazidiosporilor. Ca și la ascomicete, acest proces de împrăștiere activă este legat de transformarea glicogenului în glucoză, prin hidroliză. Datorită glucozei, o substanță osmotic activă, crește turgescența în bazidia matură, care, astfel, aruncă bazidiosporii la o anumită distanță (câțiva mm sau cm) de corpurile-fructe, pe când ascosporii sunt expulzați la mai mult de 10 cm.

Culoarea himenoforului la bazidiomicete este variată și ea depinde de culoarea bazidiosporilor maturi: palid-galben, roză, violetă-închisă, brună, neagră sau chiar incolor.

Sporulația asexuată (conidială) la bazidiomicete se întâlnește rar și se poate realiza atât pe miceliul haploid cât și pe cel dicariotic, însă nu atinge diversitatea morfologică și abundența de la ascomicete.

Ciclul de dezvoltare la bazidiomicete


bazidiospor +→ miceliu primar haploid+
bazidiospor → miceliu primar haploid–
P
miceliu secundar dicariotic
celula mamă a bazidiei K → bazidia R!
bazidiospori +
bazidiospori –
HAPLOFAZA
DICARIOFAZA
DIPLOFAZA
HAPLOFAZA

Sistematica. După cei mai mulţi autori, criteriul principal în sistematica Cl. *Basidiomycetae* îl reprezintă structura bazidiei. Conform cu acest criteriu, clasa se divide în trei subclase: *Holobasidiomycetidae*, *Heterobasidiomycetidae* şi *Phragmobasidiomycetidae.* În clasificările mai recente A. Bresinsky (in Strasburger, 1999) sunt numai două subclase: *Heterobasidiomycetidae* (care include subclasele *Heterobasidiomycetidae* şi *Phragmobasidiomycetidae*) şi *Homobasidiomycetidae* (cu cele două prefixe în antiteză heteros-diferit şi homeos-la fel). În această ultimă clasificare pe lângă structura bazidiei, se mai iau în considerare şi alte criterii, cum ar fi comportamentul la germinare al bazidiosporilor. Astfel, la *Heterobasidiomycetidae* din bazidiospori rezultă conidii sau spori secundari, iar la *Holobasidiomycetidae* din bazidiospori rezultă hife haploide.

În cele ce urmează se va utiliza această ultimă clasificare.

Tabel 5. Deosebiri dintre ascomicete şi bazidiomicete:

CL. *ASCOMYCETES*	CL. *BASIDIOMYCETES*
1. Formarea ascei, structură caracteristică în care iau naştere ascosporii (endospori) se face după modelul cârligului, care apare terminal.	1. Formarea bazidiei, structură caracteristică pe care iau naştere bazidiosporii (exospori) se face după modelul ansei, care apare lateral, în dreptul unui sept.
2. Sporulaţia sexuată (ascală) este endogenă (în ască) şi este mai rar întâlnită.	2. Sporulaţia sexuată (bazidială) este exogenă şi este frecvent întâlnită.
3. Sporulaţia asexuată (conidială) este mult mai frecventă decât cea sexuată.	3. Sporulaţia asexuată (conidială) este mai puţin întâlnită.
4. Procesul sexual este o heterogametangiogamie, adică se contopeşte conţinutul gametocistului ♂ cu al ascogonului ♀. Uneori gametangii sunt înlocuiţi cu structuri specializate sau sexualitatea dispare complet (autogamie).	4. Gametangiile lipsesc. Procesaul sexual este o somatogamie.
5. Ciclul de viaţă este dominat de stadiul haploid. Stadiul dicariotic (hifele ascogene) şi diploid (asca tânără) sunt reduse şi dependente fiziologico-nutriţional de miceliul haploid. Sunt haplobionţi.	5. Ciclul de viaţă este dominat de stadiul dicariotic, de lungă durată. Stadiul diploid este reprezentat la *Heterobasidiomycetidae* de probazidie şi apoi bazidie. Stadiul haploid este reprezentat de bazidiospori şi miceliul haploid de scurtă durată. Cele două stadii sunt independente fiziologico-nutriţional. Sunt diplohaplobionţi.
6. Corpurile-fruct (ascocarpi) se formează pe miceliul haploid. Plectenchimul corpurilor-fruct este alcătuit preponderent din hife haploide, printre care se află şi puţine hife dicariotice.	6. Corpurile-fruct (bazidiocarpi) sunt formate exclusiv din hife dicariotice, care alcătuiesc plectenchimurile. Acestea sunt diferenţiate structural şi funcţional: fundamentale (de creştere), de susţinere (mecanice), laticifere, în care se acumulează materii de rezervă.
7. Pereţii transversali ai hifelor (septurile) sunt străbătute de pori simpli.	7. Porii din pereţii transversali (septuri) ai hifelor sunt, în parte, simpli, dar cel mai adesea, au conformaţie deosebită, de butoiaş şi poartă numele de dolipori. Ei sunt înconjuraţi, de ambele părţi, de câte un parentosom (ca o paranteză), care reprezintă răsfrângeri ale RE.

4.1. Subclasa *HETEROBASIDIOMYCETIDAE*

Această subclasă încadrează ciuperci bazidiomicete, la care bazidiile se formează prin germinarea sporilor de rezistenţă numiţi teliospori, dar şi din teleutospori. Aceştia funcţionează ca probazidii.

Bazidiile sunt septate transversal sau longitudinal[*] în patru celule. Bazidiosporii se formează, de regulă generală, câte unul pe fiecare celulă. De aici a derivat denumirea subclasei: *Phragmobasidiomycetidae* (= *Teliobasidiomycetidae*). Prin germinarea bazidiosporilor se formează conidii sau spori secundari. Deseori sunt caracteristice şi stadii de dezvoltare asemănătoare cu înmugurirea, ca la drojdii. Nu se formează corpuri-fructe.

---

[*] Bazidiile septate transversal se mai numesc stichobazidii, iar cele septate longitudinal-chiastobasidii, după modul de formare al fusului de diviziune în meioză: longitudinal sau transversal.

Porii simpli sau doliporii din pereţii transversali ai hifelor au calotele neperforate.

Sistematica. Subclasa cuprinde următoarele (supra)- ordine: *Exobasidiales, Tilletiales, Ustilaginales, Tremellanae (cu ordinele: Uredinales, Auriculariales şi Tremellales), Dacrymycetales.*

1.1. (Supra)- ordinul *EXOBASIDIALES*[*]

Exobasidiales sunt ciuperci parazite pe plante cu flori, înainte de toate pe *Ericaceae*. Pe plantele atacate apar deformări ale frunzelor asemănătoare galelor, care se formează prin hipertrofierea mezofilului. Miceliul se răspândeşte în frunza atacată atât inter- cât şi intracelular. Unii autori le-au aşezat în apropierea Taphrinalelor ca „ascomicete cu formare de spori exogeni". Agentul patogen creşte printre celulele epidermei şi formează la suprafaţa gazdei bazidii neseptate. Pe sterigme, depărtate unele de altele, stau bazidiosporii înconvoiaţi unii către alţii. Aceştia se desprind cu uşurinţă şi prin germinare dau filamente, care apoi se septează şi dau naştere la conidii.

În culturi pure atât în sporii de exobazidiale cât şi de tafrinale se formează grămezi de celule care înmuguresc asemănător drojdiilor. Ciclul de viaţă al ciupercii durează circa două săptămâni.

Exobasidium myrtilli este parazit pe *Vaccinium myrtillus* (Afin); ***E. burtii*** pe *Rhododendron kotschyi*. La acestea, pe faţa superioară a frunzelor se formează pete albe, iar pe cea inferioară pojghiţe albicioase cu bazidii şi bazidiospori.

1.2. (Supra)- ordinul *TILLETIALES*

Ca şi la ord. *Exobasidiales*, bazidiile tilletialelor nu sunt septate transversal (fig. 54 I-K) şi se aseamănă cu cele ale *Homobasidiomycetidae*- lor. Prin germinarea sporilor lor, numiţi teliospori, rezultă un promiceliu simplu (basidie) unicelular şi neseptat. La vârful acestor celule se formează 4-12 bazidiospori. Aceştia au formă de seceră, copulează între ei printr-un canal de copulare şi dau naştere miceliului secundar dicariotic, fără o etapă de miceliu primar haploid. Pe miceliul secundar cu nuclei perechi (dicarioni) se formează conidii dicariotice, care sunt azvârlite activ ca balistoconidii.

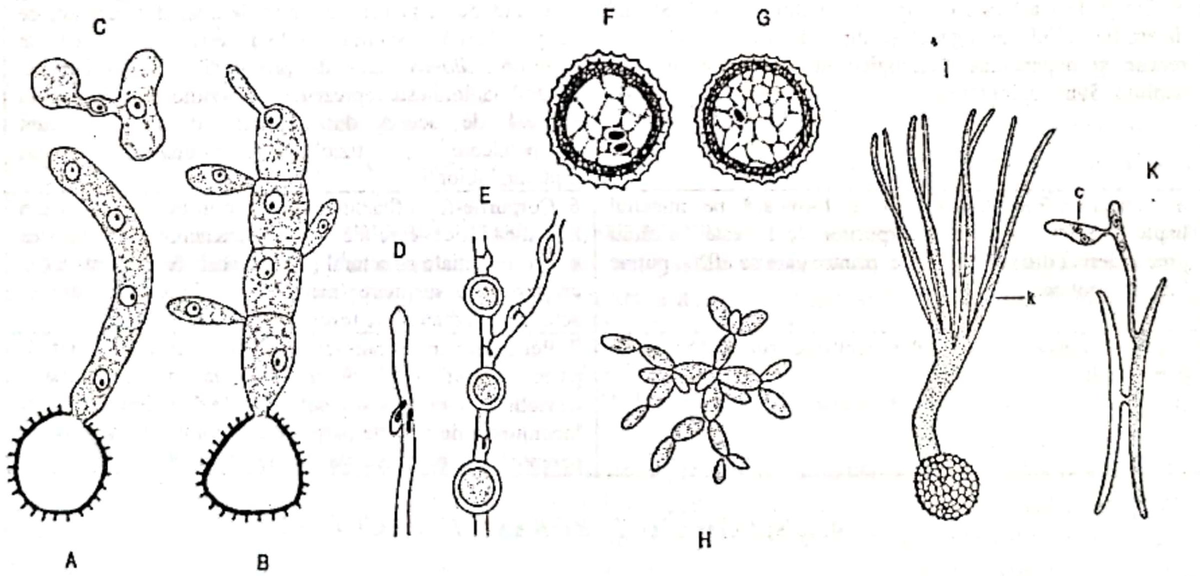
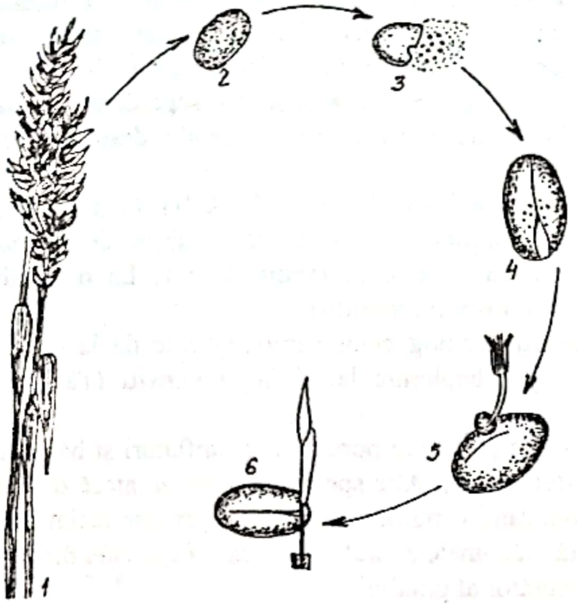


Fig. 54. *Heterobasidiomycetidae. Ustilaginales* şi *Tilletiales*. A, B – *Ustilago scabiosae*: spor de tăciune germinat şi formarea celor 4 meiospori pe bazidie; C – *U. carbo*: bazidiospori care se contopesc; C – *Entyloma calendulae*: miceliu dicariotic cu anse; E, F, G, – *Ustilago vuijckii*: formarea sporilor de tăciune dicariotici şi diploizi; H – *Ustilago sp.*: spor de tăciune care înmugureşte în soluţia nutritivă; I – *Tilletia caries*: bazidie rezultată dintr-un spor de tăciune, care poartă la capăt 4 perechi de meiospori (k); K – *Tilletia caries*: doi bazidiospori copulaţi care generează un miceliu dicariotic, în vârf cu conidie (c) (A, B- după Harper; C, K- după Rawitscher; D- după Stempell; E, F, G- după Seyfert; H, I- după Brefeld, din Strasburger, 1999)

---

[*] Uneori tratat la *Holobasidiomycetidae* datorită bazidiilor neseptate.



Fam. *Tilletiaceae*

Genul ***Tilletia*** este cel mai cunoscut. Include 18 specii patogene pe graminee cultivate și spontane, la care produc bolile numite „măluri". *T. caries* (*T. tritici*), *T. foetida*, *T. triticoides*, *T. intermedia* produc la grâu „mălura comună". Atacul este mai evident după formarea spicelor de grâu. Spicele mălurate sunt mai scurte, cu mai puține spiculețe. Cariopsele atacate au, în loc de endosperm, teliosporii ciupercii. Acestea se sfarmă ușor și eliberează teliosporii cu miros de pește alterat. Teliosporii au culoare, formă și mărime caracteristică și reprezintă criterii taxonomice de recunoaștere ale speciilor. *T. controversa* produce „mălura pitică a grâului".

Fig. 55. Ciclul de dezvoltare la *Tilletia tritici* (Mălura grâului): 1 – spic de grâu atacat de ciupercă; 2 – cariopsele grâului pline cu spori; 3 – diseminarea sporilor din cariopsă; 4 – spori ajunși pe cariopsele sănătoase; 5 – germinarea sporului și formarea bazidiei; 6 – pătrunderea miceliului în planta de grâu (după Garibova et al., din Gorlenko)

Mălurile, mai înainte, puteau diminua producția de grâu până la 20% (sau chiar cu 60%). Acum, aceste boli se pot combate cu succes prin tratarea cariopselor înainte de semănat cu soluții fierbinți sau prin pudrare cu fungicide, care omoară sporii agățați de acestea. Genul ***Entyloma*** încadrează câteva specii parazite pe *Asteraceae*.

1.3. (Supra)- ordinul *USTILAGINALES*

În acest supraordin sunt încadrate circa 1.000 specii parazite intercelular pe angiosperme. Se pot dezvolta pe anumite organe ale plantelor: stamine, ovare, fructe, semințe, rădăcini, lăstari, ducând la distrugerea acestora. Uneori, se observă deformarea plantei în întregime sau numai a organelor atacate.

Organele atacate au la exterior aspectul unor rămășițe de lemn ars ca funinginea, de unde a provenit denumirea lor de *Ustilaginales* (de la lat. ustilo- a pârli, a arde). Aspectul de „ars" al părților atacate ale plantei îl dau sporii cu pereții groși, aglomerați în aceste locuri.

Ustilaginalele prezintă un singur fel de spori, numiți teliospori. Aceștia au atât rolul de spori de rezistență cât și de propagare. Teliosporii sunt înveliți într-o membrană dublă: endospor subțire către citoplasmă și exospor gros spre exterior. Bazidia este septată și în ea are loc atât plasmogamia și cariogamia cât și meioza, la formarea bazidiosporilor.

Familia *Ustilaginaceae*

Această familie include ciuperci patogene pe angiosperme din familiile graminee, cariofilacee ș.a.

Ciclul de viață

Din bazidiospori determinați bipolar (+ și -), prin germinare, se formează un miceliu lăstar cu mai multe celule înlănțuite ca la drojdie. Acesta este miceliul primar și trăiește numai saprotrof. Dacă se întâlnesc celule genotipic diferite (+ și -) de la miceliile primare, printr-un tub de copulare, acestea se contopesc. Are loc plasmogamia și împerecherea nucleilor, celula devenind dicariotă. Această celulă se divide și crește, devenind hifă dicariotă, care este capabilă să infecteze plante gazdă. Miceliul secundar, alcătuit din hife dicariotice este, deci, parazit. Miceliul dicariotic se extinde numai în anumite organe ale plantei. Această specializare a parazitului, pe anumite organe, este un caracter apomorf față de ciupercile parazite nespecializate, care se pot dezvolta pe mai multe organe ale plantei – caracter plesiomorf (primar, inițial). Pe aceste organe se formează teliosporii (sporii de tăciune), în care are loc cariogamia.

În detaliu, se parcurg următoarele etape: miceliul dicariotic, care la unele specii prezintă anse, pătrunde în embrionul plantei gazdă și se hrănește intercelular; ajunge la meristemul apical, se hrăneşte intercelular şi creşte o dată cu acesta, fără a provoca plntei simptome de îmbolnăvire; acum, miceliul se fixează pe anumite organe ale plantei şi se hrăneşte intracelular (de exemplu în anterele staminelor sau ovar) distrugând total ţesuturile organului atacat. În locul acestor ţesuturi se formează, pe miceliu, depozite de spori de tăciune (teliospori), cu pereţi groşi, dispuşi ca şiragul de mărgele; sub această formă teliosporii sunt expulzaţi afară şi sunt omologi bazidiilor tinere (probazidii).

După iernare, teliosporii diploizi germinează dând naştere la o hifă scurtă, septată transversal, numită probazidie. În aceasta are loc meioza, încât în fiecare dintre cele patru celule, despărţite prin septuri, se află câte un nucleu haploid.

În acest stadiu, probazidia devine fragmobasidie (teliobazidie) (fig. 54 A-H). Pe aceasta, în poziţii laterale, migrează cei patru nuclei haploizi şi înconjuraţi de o membrană subţire devin spori haploizi, numiţi sporidii. Ei sunt determinaţi genetic ca + şi -, în raport de 1:1. La o hrănire corespunzătoare a ciupercii se formează, mereu, noi bazidiospori (sporidii).

Ciclul de viaţă este deci haplodicariotic, şi este analog celui haplodiplontic de la drojdii. Există şi unele devieri de la acest ciclu de viaţă: pur haplontic la *Ustilago maydis* (Tăciunele porumbului).

Ustilago maydis produce în inflorescenţe (şi alte părţi) ale porumbului umflături şi băşici ca nişte tumori cât pumnul, pline cu sporii de tăciune (teliospori). Alte specii de *Ustilago* atacă ovarele plantei şi alte părţi din spic (la grâu, orz, ovăz) producând o pulbere de spori, uşor împrăştiaţi prin intermediul vântului. ***U. avenae*** produce boala numită „tăciunele zburător la ovăz"; ***U. hordei*** produce „tăciunele zburător al orzului"; ***U. tritici*** „tăciunele zburător al grâului".

Microbotryum violaceum produce „tăciunele anterelor" de la *Caryophyllaceae*. Anterele florii sunt pline cu spori de tăciune de culoare neagră-violetă, în loc de polen. Se presupune că *Silene alba* şi *S. dioica* au devenit unisexuate prin atacul acestor ciuperci asupra anterelor lor.

1.4. Supraordinul *TREMELLANAE*

Acestea sunt ciuperci parazite cu fragmobazidii septate transversal şi fără corpuri-fructe dar şi parazite cu corpuri-fructe. Aici aparţin şi formele saprotrofe cu fragmobasidii septate longitudinal.

Sistematica. Încadrează ordinele *Uredinales, Auriculariales* şi *Tremellales*.

4.1. Ordinul *UREDINALES*

Ordinul încadrează ciupercile microscopice, parazite obligate, care produc bolile numite „rugini". Sunt cunoscute câteva mii de specii, larg răspândite. Ele trăiesc parazitic intercelular, fiind situate pe treapta cea mai înaltă a parazitismului obligat. De pe miceliul intercelular, în celulele plantei atacate pătrund haustorii de mărimi şi forme diferite (globuloşi, filiformi, spiralaţi), de regulă generală numai în jurul locului de infectare. Miceliul se extinde rar în toată planta (de ex. la *Uromyces pisi*).

Uredinalele infectează, de cele mai multe ori, organe cu viaţă scurtă, mai ales ale plantelor erbacee. Cu puţine excepţii, ciupercile de rugină, ca adaptare la viaţa parazitică, nu formează corpuri-fructe frapante.

Miceliul lor este colorat în galben de pigmentul lipocrom şi este alcătuit din hife septate prin pereţi transversali.

Acesta poate fi primar haploid, de scurtă durată şi secundar dicariotic, de lungă durată.

În ciclul lor de viaţă, uredinalele au cinci feluri diferite de spori, care, cuplat cu schimbarea fazei nucleului şi deseori şi cu schimbarea gazdei, apar într-o succesiune regulată: bazidiospori, picnospori, ecidiospori, uredospori şi teleutospori.

1. Bazidiosporii sunt sporii unicelulari haploizi cu diferenţiere bipolară (+ şi -). Ei se formează pe grâu ca exospori (pe bazidii). Primăvara ajung pe frunzele de dracilă (*Berberis sp.*) şi prin germinare, dau naştere la hife haploide care pătrund în frunze. Hifele se extind intercelular şi se hrănesc intracelular prin intermediul haustorilor. Deci, bazidiosporii transmit infecţia de la grâu şi alte cereale la dracilă, având loc, astfel, o schimbare de gazdă la ciupercile heteroice.

2. Picnosporii (fig. 56 A-C). Fiecare miceliu haploid, rezultat din germinarea bazidiosporilor, formează, în ţesutul palisadic al frunzei (spre epiderma superioară), picnidii (numite şi spermatangii). Picnidiile au formă de urcior şi reprezintă îngrămădiri de hife haploide, situate sub epiderma superioară a frunzelor de dracilă. În afara epidermei superioare ies hife haploide, lungi şi ramificate, numite hife de concepere, care apar pe epidermă ca nişte pustule gălbui.

La exteriorul acestora se află hife sterile numite perifize şi se evidenţiază la gura picnidiei. În mijloc se află hife scurte îndesuite, care prin fragmentare dau naştere la spermatii eliptice mici, cu un nucleu, numite picnospori. Aceştia nu sunt capabili să infecteze o frunză sănătoasă de dracilă ci au rolul de a transmite nucleul lor, prin intermediul hifelor de concepere, la structurile ecidiilor, spre epiderma inferioară. Nucleul spermatiei (picnosporilor) pătrunde în celulele bazale ale ecidiei și se organizează astfel dicarionul și apoi, prin diviziunea celulelor și a nucleilor separați, miceliul dicariotic al ecidiei.

Picnidiile secretă un nectar și, astfel, prin insecte, spermatiile (picnosporii) pot fi transferate pe alte frunze de dracilă, care au fost infectate cu bazidiospori genetic diferiți (de alt tip de încrucișare).

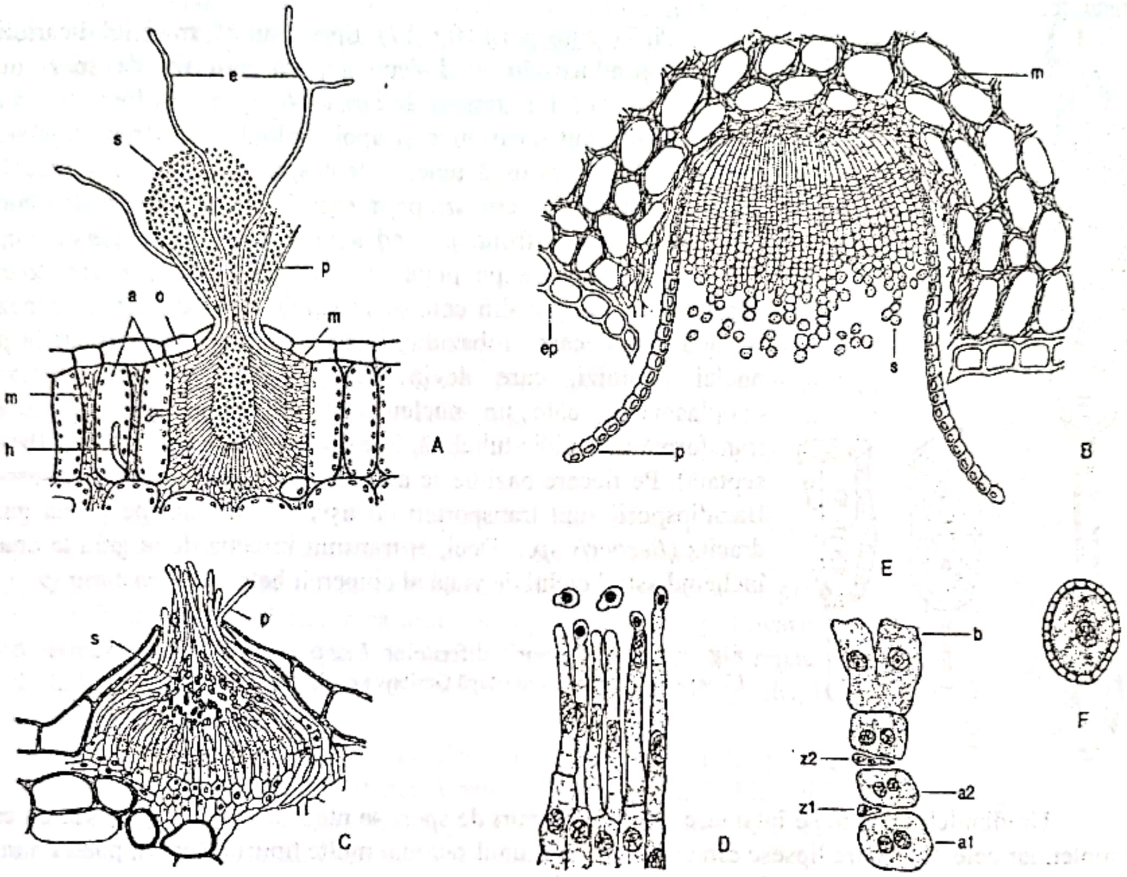


Fig. 56. Heterobasidiomycetidae, Uredinales. A, B – *Puccinia graminis*: A – picnidie în frunza de *Berberis*, în secțiune transversală celulele epidermei superioare în care pătrund haustorii (h), miceliul haploid intercelular (m), perifize (p), hife de concepere (e), spermatii (s); B – ecidie pe *Berberis*, epiderma inferioară a frunzei (ep), miceliul haploid intercelular (m), pseudoperidie (p), lanțuri de ecidiospori dicariotici (s) ; C – *Gymnosporangium clavariaeforme*. Picnidie pe frunza de *Crataegus*, străpungând epiderma superioară cu spermatii (s) și perifize (p); D – *Peridermium strobi*: separarea sporulațiilor cu un nucleu; E, F – *Phragmidium speciosum* (E) și *Ph. violaceum* (F); E – celule bazale (b) cu canal de copulare; a_1 și a_2 ecidiospori cu nuclei perechi; z_1 și z_2 celule intermediare. Ecidiospor ajuns la maturare (A- după Buller; B- după Schenk; C- după Blackman; D- după Colley; E- după Christmann; F- după Blackman, din Strasburger, 1999)

3. Ecidiosporii (fig. 56 B, E). Se formează în ecidii, în țesutul lacunar al frunzelor de dracilă, spre epiderma inferioară. Deși picnidiile se dezvoltă în aceeași frunză, pe același miceliu, ele se pot comporta atât ca donor de nuclei cât și ca receptor de nuclei. Autofertilizarea în cadrul picnidiilor și ecidiilor este exclusă datorită incompatibilității bipolare a miceliilor (+ și -).

Ecidiile au formă de cupă și au deschiderea spre epiderma inferioară. Ele sunt colorate viu-oranj. Pe partea inferioară a frunzei, din miceliul dicariotic al ciupercii se formează numeroase lanțuri de ecidiospori dicariotici. Lanțurile constau din ecidiospori autentici, alternând cu celule intermediare mici, care formează mucilagii și apoi dispar. La *Puccinia*, într-o ecidie se pot forma până la 10.000 ecidiospori.

Înainte de străpungerea epidermei inferioare a frunzei, sporii de la capetele lanțurilor se lipesc împreună într-un înveliș extern numit pseudoperidie. Prin presiunea ecidiosporilor, care se formează continuu, pseudoperidia și epiderma crapă, iar sporii deformați, cu colțuri, devenind liberi, iau formă sferică și sunt cu ușurință răspândiți prin intermediul vântului. Ecidiosporii pot germina numai pe cereale sau graminee sălbatice. Ei transmit, astfel, infecția de la dracilă la grâu (și alte graminee).

4. Uredosporii. Ecidiosporii ajunși pe cereale, prin germinare dau naștere la un tub de germinare dicariotic, care pătrunde prin stomate, se dezvoltă intercelular și se hrănește intracelular prin

intermediul haustorilor. Acest miceliu dicariotic, rezultat din germinarea ecidiosporilor, nu se răspândeşte în tot organul plantei gazdă, ci numai local. Din acesta se desprind treptat conidii dicariotice, care poartă numele de uredospori (spori de vară). Ei transmit în timpul verii infecţia de la plantele bolnave la cele sănătoase ale aceleiaşi specii (grâu). Uredosporii apar aglomeraţi în anumite locuri pe planta gazdă, sub formă de pete sau linii negre. După 2-3 săptămâni de la infectare se formează noi uredospori, care trec pe plante sănătoase şi astfel boala se răspândeşte repede şi pe mari distanţe.

5. Teleutosporii (fig. 57). Spre toamnă, miceliul dicariotic de pe grâu produce, în uredodepozite, un nou tip de spori numiţi teleutospori (spori cu repaus de iarnă). Aceştia sunt formaţi din două celule, la început dicariotice şi apoi diploide, cu perete gros şi sunt rezistente la frig şi uscăciune. Teleutosporii mai pot fi şi unicelulari sau pluricelulari. Ei iernează pe mirişti, în părţile moarte ale plantelor (paie, rămăşiţe de frunze), fiind singurul stadiu al acestor ciuperci care nu se dezvoltă pe plante vii, iar în primăvara următoare ei germinează. Fiecare din cele două celule diploide devin probazidii. Nucleul din fiecare probazidie, în urma meiozei, dă naştere la patru nuclei haploizi, care devin patru bazidiospori cu membrană, citoplasmă şi câte un nucleu haploid (fig. 58). Probazidia se transformă în bazidie tubulară, în care apar pereţi transversali (bazidie septată). Pe fiecare bazidie se află cei patru bazidiospori (meiospori). Bazidiosporii sunt transportaţi cu uşurinţă de vânt pe prima gazdă-dracila (*Berberis sp.*). Deci, ei transmit infecţia de la grâu la dracilă, încheind astfel ciclul de viaţă al ciupercii heteroice *Puccinia sp.*

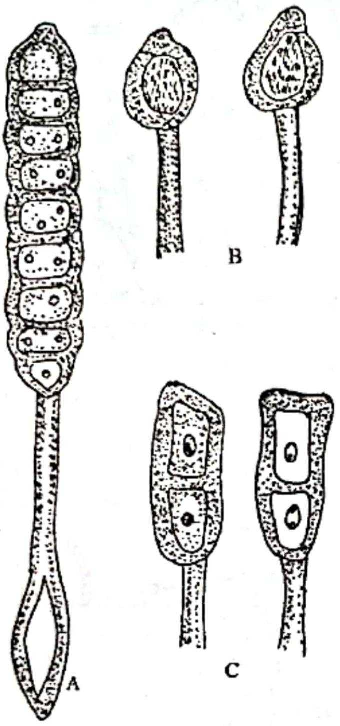


Fig. 57. Teleutosporii diferitelor *Uredinales*: A – *Phragmidium*; B – *Uromyces*; C – *Puccinia* (după Garibova et al., din Gorlenko)

Uredinalele la care se întâlnesc cele cinci tipuri de spori se numesc macrociclice sau cu ciclu complet, iar cele de la care lipsesc din ciclul de viaţă unul sau mai multe tipuri de spori, poartă numele de microciclice sau cu ciclul de dezvoltare incomplet.

Prin dispariţia unuia sau câtorva tipuri de spori, ciclul de viaţă este simplificat. Astfel, la *Uromyces fabae* sunt suprimaţi ecidiosporii; la *Tranzschelia fusca* sunt suspendaţi ecidiosporii şi uredosporii; la *Puccinia malvacearum* dispare repausul de iarnă al teleutosporilor; la *Gymnosporangium juniperinum* nu se mai formează uredosporii; la *Endophyllum sempervivum*, în ciclul de viaţă mai apar doar uredosporii şi teleutosporii. Totdeauna, însă, dicariofaza este clar conturată.

În zone cu condiţii vitrege de viaţă, când şi plantele au durata de viaţă scurtă, tipurile de ciuperci cu mai puţine stadii de dezvoltare sunt clar avantajate faţă de cele cu ciclul de viaţă complet.

La ciupercile uredinale (cele mai numeroase) se întâlnesc în ciclul de viaţă două faze: ecidială, în care se formează ecidiosporii şi picnidiosporii şi o altă fază în care se formează uredosporii şi teleutosporii. Uredinalele mai pot fi autoice, când ambele faze se dezvoltă pe aceeaşi plantă gazdă (ca de ex. *Puccinia helianthi* ş.a) şi heteroice, când cele două faze se dezvoltă pe gazde diferite (ca de ex. *P. graminis, Uromyces pisi* ş.a.). Ord. *Uredinales* încadrează două familii: *Pucciniaceae* şi *Melampsoraceae*.

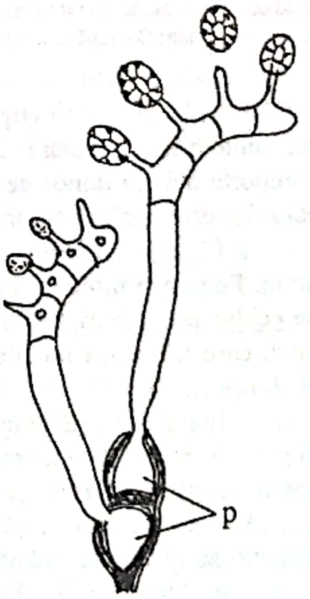
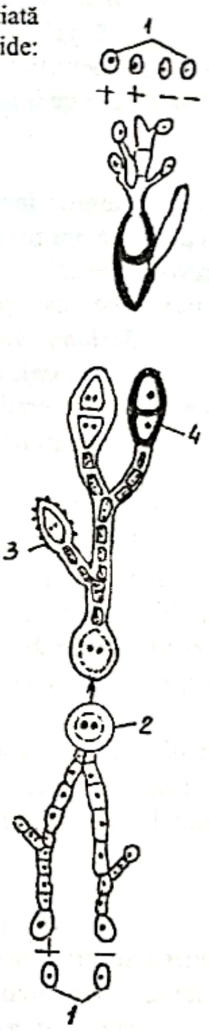


Fig. 58. Germinarea teleutosporilor bicelulari (probazidii – p) de *Puccinia* şi formarea celor două heterobazidii (fragmobazidii) cu bazidiospori

Fig. 59. Alternanța fazelor nucleare la *Puccinia graminis*. Cu contur subțire este evidențiată faza haploidă; cu contur dublu – dicariofaza; cu contur gros – faza ce conține nuclee diploide: 1 – bazidiospori; 2 – ecidiospor; 3 – uredospori și 4 – teleutospori



Familia *Pucciniaceae*

Pucciniaceae- le sunt ciuperci parazite obligate, cu teleutospori, de obicei, bicelulari (fig. 58) (*Puccinia sp.*, *Gymnosporangium sp.*), uneori unicelulari (*Uromyces sp.*) sau pluricelulari (*Phragmidium sp.*). Teleutosporii sunt, de regulă generală, pedicelați, mai rar sesili. Ecidiile sunt prevăzute cu pseudoperidie.

Genul ***Puccinia*** se caracterizează prin teleutospori bicelulari, prevăzuți cu câte un por de germinație pentru fiecare celulă. Uredosporii, de formă sferică, elipsoidală sau ovoidală, sunt pedicelați. În acest gen au fost descrise circa 2.000 specii. *P. graminis*, produce „rugina neagră a grâului".

Este o ciupercă heteroică macrociclică: faza ecidială, cu picnidii și ecidii, se dezvoltă pe dracilă (*Berberis sp.*) și *Mahonia aquifolium*, iar faza cu uredospori și teleutospori pe grâul cultivat. Trecerea infecției de la dracilă la grâu o realizează ecidiosporii, iar de la grâu la dracilă, bazidiosporii. Atacul asupra grâului este favorizat de umiditatea ridicată și fertilizarea cu doze mari de azot.

În ciclul de viață (fig. 60) al agentului patogen ce produce „rugina neagră a grâului" se întâlnesc următoarele tipuri de sporulații: picnidii cu picnospori (haploizi) care nu infectează plantele însă participă la procesul sexuat și formarea miceliului dicariotic; ecidii cu ecidiospori (dicariotici); uredospori (dicariotici) sau spori de vară; teleutospori (spori de repaus, de iarnă) la început dicariotici și apoi diploizi; bazidii cu bazidiospori (haploizi) (fig. 59).

Asemănătoare cu rugina cerealelor (*Puccinia sp.*) este și rugina mazărei (***Uromyces pisi***), tot o ciupercă heteroică macrociclică. Picnidiile și ecidiile apar pe alior (*Euphorbia cyparissias* ș.a.) plante care rămân neramificate, nu înfloresc, au frunze groase, gălbui.

Uredosporii și teleutosporii (aici uniceluari) se dezvoltă pe frunzele de mazăre (*Pisum sativum*) și specii de *Lathyrus* (Lintea pratului). ***U. phaseoli*** (Rugina fasolei) este o specie autoică (tot ciclul de dezvoltare se desfășoară pe frunzele de fasole). ***Puccinia helianthi*** produce „rugina floriisoarelui".

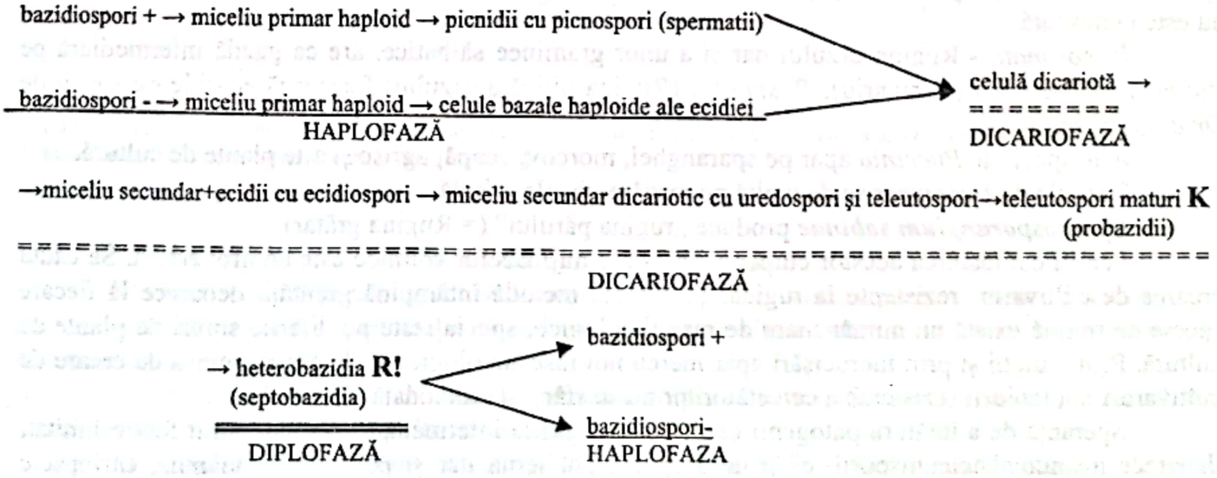

bazidiospori + → miceliu primar haploid → picnidii cu picnospori (spermatii)
bazidiospori - → miceliu primar haploid → celule bazale haploide ale ecidiei
HAPLOFAZĂ
celulă dicariotă →
DICARIOFAZĂ
→miceliu secundar+ecidii cu ecidiospori → miceliu secundar dicariotic cu uredospori și teleutospori→teleutospori maturi K
(probazidii)
DICARIOFAZĂ
→ heterobazidia R!
(septobazidia)
DIPLOFAZĂ
bazidiospori +
bazidiospori-
HAPLOFAZA

Fig. 60. Ciclul de viață la *Puccinia graminis* (Rugina neagră a grâului)

Genul ***Phragmidium*** are teleutosporii din trei sau mai multe celule (fig. 57-A), așezate una în continuarea celeilalte. Ecidiile sunt lipsite de pseudoperidie. Speciile acestui gen sunt autoice și parazitează pe rozacee (măceș, mur, zmeur etc.).

Genul *Gymnosporangium* (fig. 56-C) prezintă teleutospori bicelulari, pedicelați, înglobați într-o masă gelatinoasă comună. Ecidiile au pseudoperidie. Majoritatea speciilor sunt heteroice cu ciclul de dezvoltare incomplet. Faza ecidială se dezvoltă pe rozacee (măr, păr, scoruș etc.), iar teleutosporii pe ienupăr (*Juniperus sp.*).

Familia *Melampsoraceae*

Familia încadrează ciuperci parazite cu teleutospori izolați sau dispuși în palisadă, formând grupări sub formă de crustă sau coloane cilindrice. Majoritatea speciilor sunt heteroice. Ecidiile se dezvoltă mai ales pe conifere, uredo- și teleutosporii pe dicotiledonate, iar la unele specii pe ferigi. Sunt și specii care parazitează numai pe o singură plantă gazdă dintre dicotiledonate.

Melampsora lini produce rugina inului. Ea distruge fibrele liberiene din tulpina inului.

Chrysomyxa abietis produce „rugina inelară a acelor de molid” pe care se formează ecidiile, iar pe Ericales, uredosporii și teleutosporii.

Monografia Uredinalelor și Ustilaginalelor din România a fost elaborată de Tr. Săvulescu.

Filogenie

Uredinalele reprezintă, din punct de vedere istorico-evolutiv, o grupă foarte veche, care, deja în Carbonifer, erau parazite pe specii de ferigi. Sunt asemănătoare cu *Taphrinomycetidae*- le prin bazidii și ascogoane și au probabil o rădăcină istorico-evolutivă comună. Această grupă originară a dezvoltat probabil, dicarionul fiziologico-nutrițional independent. Și *Taphrinomycetidae*- le au reprezentanți paraziți pe ferigi, ceea ce dovedește vechimea mare a lor.

În Mezofitic, uredinalele au trecut parazite pe gimnosperme (în special pe conifere) și treptat, începând cu Cretacicul Superior au început să parazitexe angiospermele. Cu pătrunderea acestor plante în climate reci, la ciupercile parazite au apărut, probabil, probazidiile și teleutosporii cu pereți groși, capabili de supraviețuire.

Pagubele produse de ciupercile de rugină

Ciupercile de rugină (*Uredinales*) produc boli periculoase atât la cerealele cultivate cât și la numeroase graminee sălbatice. În special recolta de cereale poate fi diminuată cu până la 25% (în general, însă nu mai mult de circa 5%).

Puccinia graminis este numită „rugina neagră” din cauza depozitelor de teleutospori care apar inchiși la culoare. Ea este răspândită pe tot globul. Pagubele cele mai mari le produce în țările calde, deoarece dezvoltarea ciupercii, care are nevoie de mai multă căldură, se desfășoară mai repede. În Europa Centrală pagubele nu sunt așa de mari ca în țările calde.

Deosebit de periculoasă pentru Europa Centrală este *Puccinia striaeformis*, care produce rugina grâului, cu depozite de uredospori de culoare galben-deschis-oranj. Ea apare cu caracter epidemic mai întâi pe grâu, însă și pe orz și secară, dar și pe graminee sălbatice. Gazda sa intermediară nu este cunoscută.

P. coronata - Rugina orzului dar și a unor graminee sălbatice, are ca gazdă intermediară pe *Rhamnus catharthica* (Verigariu). *P. simplex* (Rugina pitică a orzului) formează ecidiile pe specii de *Ornithogalum*.

Alte specii de *Puccinia* apar pe sparanghel, morcov, ceapă, agrișe și alte plante de cultură.

Speciile de ***Uromyces*** se dezvoltă pe mazăre, fasole, sfeclă.

Gymnosporangium sabinae produce „rugina părului” (= Rugina grătar).

Pentru combaterea acestor ciuperci, folosirea mijloacelor chimice este controversată. Se caută crearea de cultivaruri rezistente la rugină. Și această metodă întâmpină greutăți, deoarece la fiecare specie de rugină există un număr mare de rase fiziologice, specializate pe diferite soiuri de plante de cultură. Prin mutații și prin încrucișări apar mereu noi rase fiziologice și de aceea munca de creare de cultivaruri noi (soiuri) rezistente a cercetătorilor nu se sfârșește niciodată.

Speranța de a înlătura patogenii care schimbă gazda intermediară s-a îndeplinit foarte limitat, deoarece nu numai teleutosporii, ci și uredosporii, pot ierna dar și pot infecta, toamna, cariopsele cerealelor de iarnă. De asemenea, uredosporii pot fi transportați prin intermediul vântului la distanțe mari (chiar și peste Alpi).

La ord. *Auricularíales* și *Tremellales*, cu specii saprotrofe dar și parazite, care prezintă corpuri-fructe vizibile macroscopic, în care se formează bazidiile cu bazidiospori, ciclul de dezvoltare este asemănător cu al ordinului precedent.

4.2. Ordinul *AURICULARIALES*

Asemănător ord. *Uredinales* şi la *Auriculariales* bazidia este septată transversal (= septobazidie), în patru celule, dispuse etajat, la care, lateral, stau 4 bazidiospori pe câte o sterigmă.

Genurile ***Herpobasidium***, ***Helicobasidium***, cu mai multe specii parazite, prezintă legături cu ord. *Uredinales*.

Auricularia auricula-judae (Urechea lui Juda, Buretele lui Juda) (fig. 61) creşte saprotrofă pe ramuri putrede de soc şi anin. Are corpul-fruct în formă de pavilion al urechii, de consistenţă gelatinoasă, în stare uscată coriacee, tare, de culoare închisă, care străbate în afară tulpinile de soc şi anin pe care creşte. Pe suprafaţa sa concavă, orientată spre substrat, netedă până la încreţită, se formează himeniul. ***A. polytrichia*** (Urechiuşa de lemn) este folosită în alimentaţie de către popoarele de pe insulele din Oc. Pacific.

La unele specii de *Auriculariales*, bazidia poartă la baza ei o umflătură numită probazidie. Prin germinare, din probazidie se formează o hifă cu nuclei perechi. Are loc cariogamia şi apoi meioză. După meioză, probazidia se transformă în bazidie cu 4 bazidiospori. Din bazidiospori, prin germinare se formează o hifă cu numeroşi pereţi transversali, iar din fiecare celulă astfel formată iau naştere numeroase conidii. Aceste forme aparţin ord. ***Septobasidiales***, cu mai multe specii simbionte.

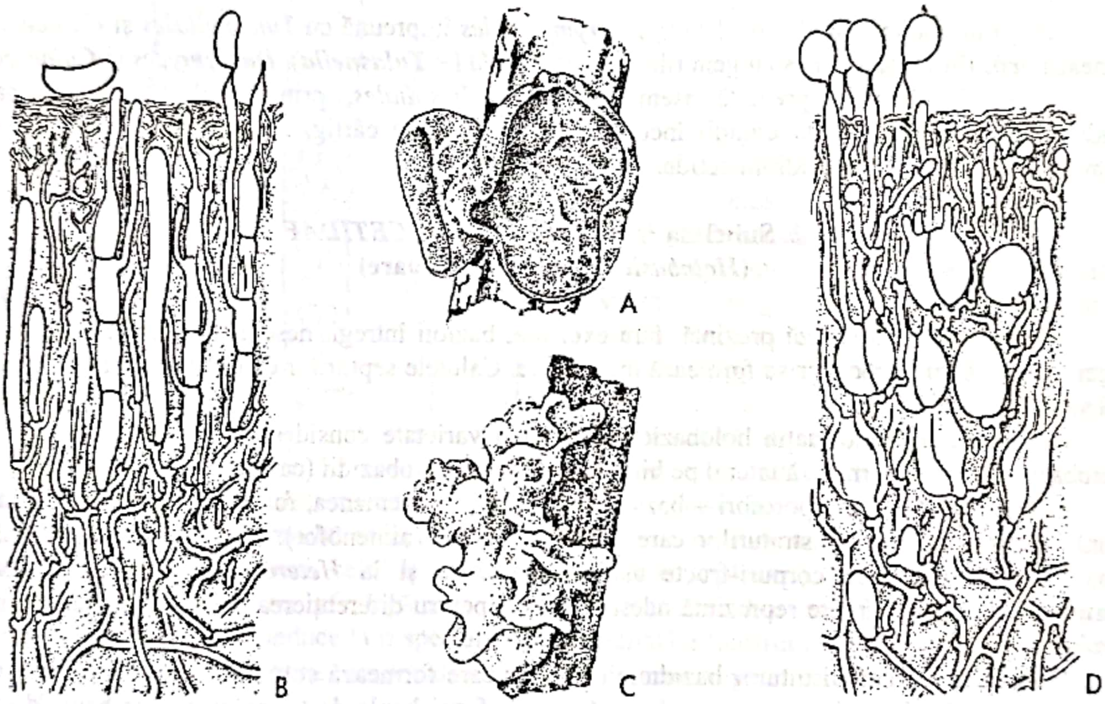


Fig. 61. *Heterobasidiomycetidae*. A – *Auricularia auricula-judae* – corpuri-fucte în mărime naturală; B – secţiune transversală prin himeniu; C – *Tremella mesenterica*: corpuri-fructe în mărime naturală; D – secţiune transversală prin himeniu (după Oberwinkler, din Strasburger, 1999)

4.3. Ordinul *TREMELLALES*

Se caracterizează prin fragmobazidii septate longitudinal prin doi pereţi în formă de cruce.

Sunt în majoritate specii saprotrofe lignicole, rar pe alte substraturi. Uneori sunt parazite pe alte ciuperci.

La genurile ***Tremella*** şi ***Exidia*** se formează corpuri-fructe gelatinoase, zbârcite, în formă de creier sau de frunză, de culoare galbenă, maronie sau neagră.

La genul ***Pseudohydnum***, corpul-fruct în formă de pălărie are o coadă laterală. Pe faţa inferioară prezintă ghimpi (ca la ***Hydnum sp.***), care sunt îmbrăcaţi de himeniu, mărind astfel stratul fertil.

Filogenie. Legătura istorico-evolutivă dintre *Uredinales*, *Auriculariales* şi *Septobasidiales* este evidenţiată prin unele forme de trecere. Astfel, la *Chrysomyxa* (fam. *Melampsoraceae*) în locul teleutosporilor cu pereţi groşi se formează bazidii ca la *Auricularia*. *Patouillardina*, prin bazidiile neregulat septate, ocupă o poziţie intermediară între *Auriculariales* şi *Tremellales*. La *Bourdotia*

(*Tremellales*) pereții longitudinali ai bazidiei sunt incompleți și, astfel, fac trecerea spre holobazidii. Bazidiosporii germinează adesea cu conidii sau spori secundari.

La *Uredinales*, forme exclusiv parazite, bazidiile foarte rar se formează în corpuri-fructe, la *Auriculariales* și *Tremellales* se poate urmări o trecere de la forme parazite fără corpuri-fructe la specii saprotrofe cu diferite forme de corpuri-fructe apărute convergent: forme plate stratificate, măciucă, cap cu coadă, pălărie cu coadă (picioruș), consolă etc.

Suprafața himeniului poate fi mărită prin accesorii cum sunt pliuri, ghimpi sau scobituri în forma fagurilor, cu tendința de a se forma un himenofor.

La *Uredinales*, miceliul pe care se formează bazidiile nu prezintă anse, în timp ce la *Auriculariales* și *Tremellales* apare pentru prima dată un miceliu cu anse, după somatogamie.

1.5. (Supra)- ordinul *DACRYMYCETALES*

Fungii încadrați în acest ordin sunt caracterizați prin holobazidii cu 2 spori. Bazidiosporii, de cele mai multe ori septați, prin germinare dau naștere la conidii. Sunt saprotrofe pe lemn. Corpurile-fructe sunt simple, în formă de crustă, pustulă, cap prevăzut cu coadă, cupă până la măciucă ramificată. Toate acestea au apărut convergent ca și la celelalte grupe de înrudire. Acestea sunt, de cele mai multe ori, gelatinos-vâscoase și colorate prin carotenoizi. Hifele prezintă anse în dreptul septurilor.

După unii autori (R. Heim, 1969), *Dacrymycetales* împreună cu *Tulasnellales* și *Calocerales*, formează **ord. *Protoclavariales*** cu genurile: ***Prototremella* (= *Tulasnella*), *Dacrymyces*** și ***Calocera***.

Filogenie. Ordinul prezintă asemănări cu *Exobasidiales*, prin faptul că la germinarea bazidiosporilor septați rezultă conidii înconvoiate în formă de cârlig, un caracter care nu se mai întâlnește la celelalte holobazidiomicetide.

4.2. Subclasa *HOMOBASIDIOMYCETIDAE*
(*Holobasidiomicetae* superioare)

Ordinele care urmează prezintă, fără excepție, bazidii întregi, neseptate, numite holobazidii. La germinarea bazidiosporilor se formează mereu hife. Calotele septurilor cu dolipor sunt perforate în felul sitei.

Mărimea și conformația holobazidiilor arată o varietate considerabilă: măciucate, pâlniate, pleurobazidii (care se formează lateral pe hifa purtătoare), repetobazidii (care apar una după alta).

Corpurile-fructe (= sporofori = bazidiocarpi) sunt, de asemenea, foarte variate ca formă dar și a conformației suprafețelor straturilor care poartă himeniul (himenofor). Prin convergență, apar la grupe diferite, forme de corpuri-fructe asemănătoare, ca și la *Heterobasidiomycetidae*. Forma exterioară a corpurilor-fructe reprezintă adesea, criterii pentru diferențierea genurilor și familiilor în cadrul ordinelor.

În ciclul de viață al tuturor bazidiomicetidelor care formează corpuri-fructe, dicariofaza este de lungă durată în timp și spațiu și predomină asupra fazei haploide (miceliu primar haploid) care provine din germinarea bazidiosporilor. Fuzionarea celulelor haploide, în procesul somatogamiei, este controlată genetic. Miceliul dicariotic este prevăzut, aproape totdeauna, cu anse.

În timp ce la ascomicete este o incompatilbilitate bipolară printr-un factor (pereche de alele + și -), la bazidiomicete s-a impus progresiv o incompatibilitate tetrapolară prin doi factori mendelieni, independenți unul de altul, care duc la formarea a patru tipuri de bazidiospori. Numai încrucișări între celulele haploide ce conțin factori ereditari diferiți duc la formarea miceliului dicariotic, de cele mai multe ori, cu anse la septurile hifelor.

Ansele sunt omoloage cârligelor de la hifele ascogene ale ascomicetelor. Ele primesc unul dintre cei doi nuclei fii, rezultat în urma diviziunii nucleului, mai înainte ca acesta să migreze în hifa de origine. Formarea ansei se repetă la fiecare diviziune de celulă, încât ia naștere un miceliu bogat ramificat, cu anse la toate celulele dicariote. Miceliul dicariotic, astfel format, este capabil de viață autonomă. Poate să crească ani de zile în pământ, pe lemn și alte substraturi organice. Au loc alte diviziuni de celule, cu diviziuni sincrone ale nucleilor, până când, sub influența unor condiții, încă neelucidate, pe miceliul dicariotic se formează corpurile-fructe (sporoforii).

În contrast cu ascomicetele, la care corpul-fruct este alcătuit din hife haploide și puține hife dicariotice, sporoforul bazidiomicetelor este alcătuit exclusiv din împletituri de hife dicariotice. Nașterea acestui corp-fruct nu este legată, ca la ascomicete, de fiecare dată de procese sexuale. La bazidiomicete, punctul de plecare în formarea corpului-fruct este fondarea unui dicarion, care, prin diviziuni succesive ale celulelor şi nucleilor din dicarion, poate dăinui ani de zile şi să formeze mereu sporofori. Astfel se explică prezenţa, an de an, a ciupercilor macromicete în aceleaşi locuri.

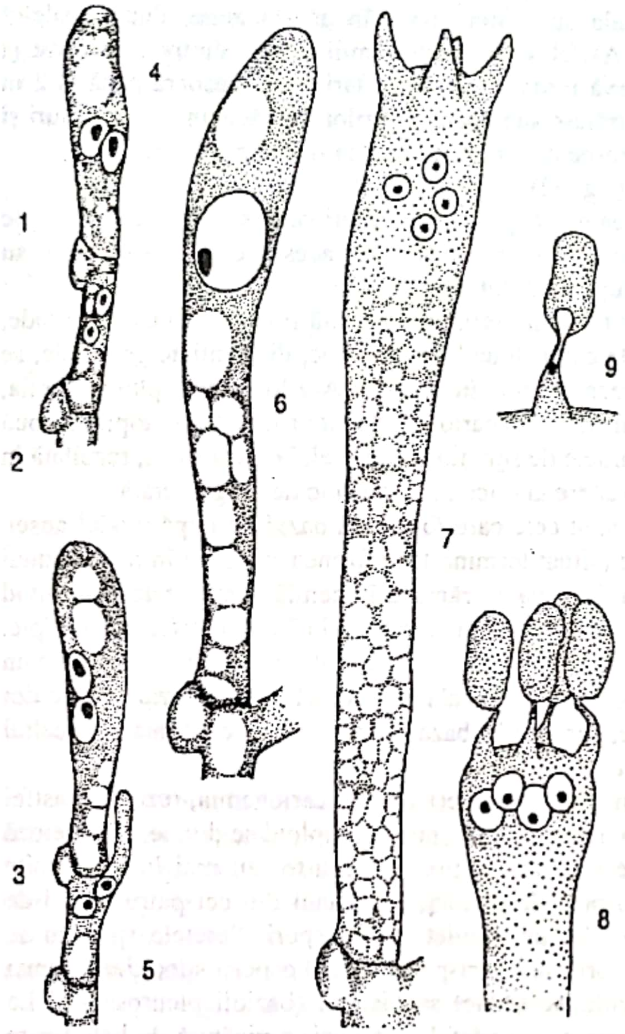


Fig. 62. *Basidiomycetes*, *Agaricales*, formarea anselor şi dezvoltarea holobazidiilor: 1 – începutul formării ansei la celula dicariotă terminală; 2 – un nucleu trecut prin ansă; 3 – diviziuni conjugate ale nucleilor din celulele dicariotice; 4 – formarea septelor în şi lângă ansă, începutul dezvoltării bazidiei cu celula peduncul la bază; 5 – fuziune a ansei cu celula peduncul; 6 – contopirea celor doi nuclei din probazidie şi formarea unui nucleu diploid. 7 – bazidia tânără cu cei 4 nuclei haploizi rezultaţi în urma meiozei; bazidie cu 4 sterigme; 8 – bazidia cu cei 4 nuclei înainte de trecerea acestora în bazidiosporii tineri situaţi în vârf; 9 – trecerea fiecărui nucleu prin sterigmă în bazidiospor (1-7- după Kniep; 8-9- după Ruhland, din Strasburger, 1999)

Aparatul vegetativ este un miceliu alcătuit din hife miceliene. La bazidiomicetele superioare există tre feluri de miceliu: primar haploid (de scurtă durată); secundar dicariotic (de lungă durată) pe care se formează sporoforii; terţiar (tot dicariotic) din alcătuirea corpurilor-fructe.

Forme vegetative de rezistenţă. Hifele împletite şi asociate într-o matrice intercelulară de natură mucilaginoasă, pot forma o reţea strânsă, asemănătoare ţesuturilor plantelor superioare, cu care acestea nu pot fi confundate. În aceste false ţesuturi sau plectenchimuri, hifele se dezvoltă independent una de alta, iar celulele unui filament se divid numai într-un singur plan (la ţesuturi, celulele se divid în trei direcţii-planuri). Diferenţierea morfologică (lungime, diametru), a fiecărei hife, legăturile dintre ele prin intermediul unei matrice intercelulare sau prin anastomozare, poate conduce la o specializare funcţională a fiecărui teritoriu micelian. În funcţie de gradul de complexitate atins, se pot distinge câteva forme vegetative de rezistenţă: scleroţii şi rizomorfele.

Scleroţii sunt structuri ± masive, tari, formate din aglomerări parţiale sau totale de hife miceliene. La ei se evidenţiază un strat extern protector, cu pereţii filamentelor coloraţi printr-un pigment melanic, înglobat într-o masă extracelulară abundentă. Masa centrală a sclerotului este alcătuită din hife incolore mai bogate în substanţe de rezervă: glicogen, protide şi lipide citoplasmatice. Pentru ciupercile tericole aceşti scleroţi permit trecerea peste condiţii nefavorabile de viaţă. Se află la unele specii de *Collybia*.

Rizomorfele au aspectul unor cordoane lungi, alcătuite din hife paralele, care se dezvoltă pe scoarţa arborilor sau în sol. Această structură se poate ramifica şi întinde pe distanţe apreciabile. Rizomorfele de la genul *Phanerochaete* (parazit pe arbori) pot atinge 32 m lungime (după Bresinsky, in Strasburger, 1999).

Rizomorfele complexe sunt alcătuite din câteva zone:

- zona corticală, densă, unde hifele au diametrul mic, cu pereţii coloraţi în partea expusă la lumină şi sunt asociate printr-o matrice mucilaginoasă;

- zona internă lacunoasă, prin care circulă aerul, cu filamente mai groase aşezate cap la cap şi alipite între ele. Ele au rol conducător şi sunt legate de alte filamente din zona externă, cu care stabilesc adevărate conexiuni;

- o pâslă miceliană întinsă pe substrat, având rol în absorbţia apei şi ionilor minerali, în special a fosforului.

Toate hifele au o creştere terminală şi cum ele sunt asociate, zonele de origine sunt localizate la acelaşi nivel în apexul rizomorfelor. Mitozele sunt numeroase în aceste zone, după modelul histologic, fără a se evoca, însă, un meristem. Astfel se întăreşte similitudinea dintre rizomorfe şi rădăcină. La *Tricholomopsis platyphylla* se observă rizomorfe subţiri, tari, care măsoară până la 2 m lungime. Rizomorfele de la *Armillariella mellea* trăiesc sub coaja arborilor, pe rădăcini şi trunchiuri şi când sunt tinere produc o lumină albăstruie-fosforescentă, vizibilă noaptea (bioluminescenţă).

Formarea holobazidiei şi bazidiosporilor (fig. 62)

Pe sau în corpurile-fructe (la cele evoluate, pe partea lor inferioară) se aranjează celulele terminale ale hifelor dicariotice, umflate în formă de măciucă. Din aceste celule, succesiv sau simultan, se formează bazidiile cu bazidiospori, după modelul ansei.

Din bazidiospori, care sunt de sexe diferite, prin germinare rezultă micelii primare haploide, de scurtă durată. Într-un anumit moment, capetele celor două hife haploide, diferenţiate genotipic, se apropie, conţinutul celor două celule terminale trece din una în cealaltă. Are loc numai plasmogamia, iar nucleii nu se contopesc, ci se aşează câte doi alcătuind dicarionul. Acest proces de contopire a două celule vegetative ale miceliului haploid, poartă numele de somatogamie. Celula dicariotică, rezultată în urma somatogamiei, prin diviziuni succesive dă naştere la miceliul dicariotic de lungă durată.

Celulele terminale ale hifelor dicariotice sunt cele care formează bazidiile după modul ansei. Ansa, spre deosebire de cârligul de la ascomicete (situat terminal), se formează lateral în dreptul unui sept. Dintre cei doi nuclei, unul pătrunde în ansă, iar celălalt rămâne în celulă. Ambii nuclei se divid sincron prin mitoză şi rezultă patru nuclei, care iniţial rămân alăturaţi, doi câte doi, diferiţi genotipic. Un nucleu din cei doi care se află în ansă, trece în celula inferioară, restabilind dicarionul. Printr-un perete transversal se separă două celule, una superioară terminală dicariotică, şi una bazală tot cu doi nuclei. Celula terminală evoluează spre bazidie, iar celula bazală dezvoltă în continuare miceliul dicariotic şi apoi bazidii noi după modelul prezentat mai sus.

În celula terminală cu doi nuclei (celula mamă a bazidiei), are loc cariogamia, rezultând astfel o celulă diploidă, care se alungeşte şi devine bazidie. În aceasta, nucleul diploid se divide prin meioză şi se formează patru nuclei haploizi. Pe bazidie apar prelungiri, mai scurte sau mai lungi, numite sterigme. Capetele sterigmelor se umflă şi iau aspect de săculeţ. Câte unul din cei patru nuclei de bazidiospori, rezultaţi în urma meiozei, trec în câte un săculeţ pentru spori. Peretele sporului se contopeşte de timpuriu cu peretele săculeţului şi formează perisporul. Bazidiosporii sunt, deci, numai aparent exospori şi pot fi dispuşi terminal (bazidii acrogene) sau lateral (bazidii pleurospore). La maturarea bazidiosporilor, bazidia turgescentă stoarce, din vârful sterigmei, o picătură de lichid care antrenează cu ea bazidiosporul. Bazidiosporii sunt aruncaţi, activ, la o mică distanţă se sporofori.

Corpurile-fructe (= sporofori = baziodiocarpi). Aceştia reprezintă, adesea, sigurele părţi vizibile ale ciupercii, dispuse pe substrat, fie solitar, fie în grupuri, liniar, în cercuri sau sub formă de tufe. Ele expun sporii deasupra solului, la un nivel favorabil diseminării eficiente.

Sporoforii sunt structuri rigide, adesea diferenţiate în pălărie şi picior. Aceştia sunt alcătuiţi din hife dicariotice.

În special, spre sfârşitul verii şi toamna, la cele mai multe specii, se dezvoltă corpurile-fructe care cresc rapid. Miceliile unor specii de ciuperci pot fi cultivate, adesea, pe medii artificiale de cultură, însă formarea sporoforilor în aceste condiţii este, totuşi, rară.

Cu privire la modurile de dezvoltare, se pot deosebi două feluri de corpuri-fructe: himeniale şi gastroide.

A. Corpuri-fructe himeniale (fig. 63) sunt caracteristice pentru grupa mare de bazidiomicete numite „*Hymenomycetae*". În cursul dezvoltării, himeniile sunt expuse liber, iar bazidiosporii sunt aruncaţi activ din basidii.

Sporoforii de tip himenial sunt de o mare varietate: în formă de crustă, consolă, copită, lingură asimetrică, pălărie cu picior (aşa numitele „ciuperci cu pălărie").

La majoritatea *Agaricaceae*- lor, *Amanitaceae*- lor, *Boletaceae*- lor, unele *Hydnaceae* ş.a., sporoforii au formă de pălărie cu picior. Pălăria poartă numele de pileus, iar piciorul stipes.

În piciorul ciupercii *Agaricus bisporus* se pot diferenţia două zone de hife: periferice, cu diametru mic şi în genere, alipite între ele; centrale, de calibru mai mare, separate între ele, având rol conducător în transportul nutrienţilor de la miceliul subteran spre zonele sporifere. Ciupercile dezvoltă un aparat vegetativ care să stabilească o suprafaţă cât mai mare de contact între celule şi substrat, pentru a favoriza absorbţia nutrienţilor. Acest aparat vegetativ se deplasează continuu şi penetrează substratul în căutarea unui nou loc, care să satisfacă nevoile lor nutritive. La baza piciorului hifele sunt încâlcite, formând mase hifale neregulate, iar în regiunea mediană şi superioară hifele sunt dispuse longutudinal şi paralele între ele, cu celulele intens vacuolizate. Creşterea hifelor este inegală: în zonele superioare, unele filamente sunt paralele şi cu dispoziţie longitudinală, ele se alungesc rapid şi duc la alungirea piciorului.

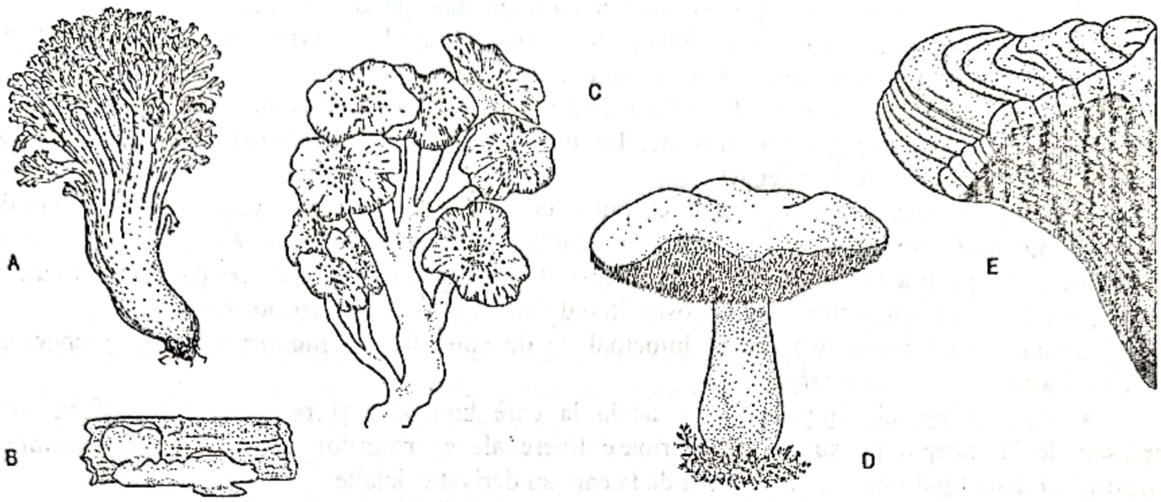


Fig. 63. *Homobasidiomycetidae*. Diferite corpuri-fructe himeniale: A – *Ramaria botrytis*; B – *Stereum hirsutum*; C – *Dendropolyporus umbellatus*; D – *Hydnum repandum*; E – *Phellinus igniarius*, corp-fruct de mai mulţi ani, cu zone de creştere anuale (A- după Schild; B- după Oberwinkler; C- după Bresadola; D- după Schenck; E- după Harder, din Strasburger, 1999)

Sporoforul în formă de pălărie şi picior prezintă mai multe părţi constituiente: himenoforul, pe care stă himeniul (partea fertilă), trama (carnea pălăriei-partea sterilă) şi piciorul.

1. Himeniul (stratul himenial) conţine bazidiile aşezate în palisadă, iar printre acestea hife sterile şi cistide. Cistidele reprezintă capetele îngroşate ale unor hife sterile, de formă, origine şi constituţie foarte variată. Ele au rol de protecţie dar şi de secreţie (ex. la *Poriales*). Cistidele împiedică apropierea şi alipirea bazidiilor.

2. Himenoforul reprezintă partea sterilă pe care este aşezat himeniul alcătuit din bazidiile mature, basidiile tinere şi cistide. Himenoforii reprezintă adesea structuri vizibile macroscopic, cu rolul de a mări suprafaţa himeniului. La bazidiomicetele mai puţin evoluate, himenoforul este neted, însă la cele mai numeroase

se prezintă sub formă de granule, negi, ţepi, dinţi, nervuri, zbârcituri sau lame. Astfel se realizează o mărire a suprafeţelor pe care se dispun bazidiile cu bazidiosporii.

La bazidiomicetele inferioare, himenoforii sunt situaţi pe partea superioară a sporoforilor şi se numesc himenofori resupinaţi. La majoritatea ciupercilor himenomicete, himenoforii sunt dispuşi pe partea inferioară a sporoforilor şi sunt de mai multe feluri:

- himenofor neted la *Clavariaceae*, *Corticiaceae* ş.a.;
- himenofor ţepos cu excrescenţe în formă de ridicături ca nişte dinţi, ţepi, aculei etc. ca la *Hydnaceae*;
- himenofor tubular sau poros, cu tuburi (la care suprafaţa internă este căptuşită cu himeniu) şi apar la exterior ca nişte pori macroscopici, la *Boletaceae*, multe *Polyporaceae* ş.a.;
- himenofor lamelar, alcătuit din lame conice, situate radiar la baza pălăriei şi căptuşite cu himeniu ca la *Agaricaceae* ş.a.;
- himenofor plicat, la care suprafaţa sporoforului prezintă încreţituri pe care se află himeniul, ca la *Coniophoraceae* ş.a.;

3. Trama sau carnea este partea sterilă, fundamentală a sporoforilor. La aceasta se studiază: consistenţa, culoarea naturală, coloraţia latexului, culoarea masei de spori şi a sporilor. Din punct de vedere organoleptic, la tramă se are în vedere gustul şi mirosul.

În ceea ce priveşte consistenţa, se pot distinge câteva tipuri de tramă: gelatinoasă, coriaceae (la unele *Polyporaceae*); cărnoasă (*Agaricaceae*, *Clavariaceae*); lemnoasă sau suberoasă (unele *Polyporaceae*) etc. Consistenţa este dată de ţesătura de hife miceliene. Când aceasta este strânsă şi deasă alcătuieşte paraplectenchimul, iar când este laxă, cu spaţii ± lărgite între hife, formează prosoplectenchimul. În această ţesătură se pot distinge la microscop câteva tipuri de hife: hife fundamentale, sau de umplutură, cu celule largi; hife formative sau de rezervă; hife laticifere cu latex alb sau colorat; hife oleifere cu uleiuri și substanțe mirositoare; hife de susținere cu pereți celulari groși, suberoși sau lemnoși.

În privința culorii tramei se deosebește o culoare proprie naturală precum și culori pe care le poate căpăta trama în secțiune, la mototolire, la rupere, la atingere sau în urma tratării cu diferiți reactivi. Culoarea este un criteriu important în recunoașterea unor genuri sau specii.

Gustul cărnii (tramei) poate fi dulce, amar, grețos, sapid (savuros, de alună) piperat, de usturoi, de ridiche etc., perceput imediat sau după un timp ± îndelungat.

Mirosul cărnii (tramei) poate fi de flori, de fructe, de făină, de anason, de acid cianhidric, de cadavre, de ridiche, de pește, de usturoi etc. De obicei ne frapează un miros propriu, numit „de ciupercă" (de ex. la ciuperca de bălegar).

Evoluția în cadrul acestui grup de corpuri-fructe himeniale a urmat calea de la formele de cruste cu himenofor neted și situat pe partea superioară, spre sporofori sub formă de pălărie cu picior, care ridică astfel pălăria la o distanță față de substrat, cu himenoforul situat pe partea inferioară a acesteia, mai bine protejat și cu mai mari posibilități de împrăștiere a bazidiosporilor.

Corpul-fruct (sporoforul) de tip himenial se dezvoltă în trei moduri diferite: gimnocarp, hemiangiocarp și pseudoangiocarp.

a. Tipul himenial gimnocarp este acela la care himeniile și respectiv himenoforii sunt amplasați de la început pe suprafețe exterioare libere ale sporoforilor (*Poriales, Cantharellales, Polyporales*). Este tipul inițial de corp-fruct de la care au derivat celelalte.

b. Tipul himenial hemiangiocarp (fig. 64) la care himeniul se formează la început în interiorul corpului-fruct tânăr. Prin creșterea piciorului și întinderea pălăriei se rupe învelișul sporoforului tânăr, care poate fi velum universale și/sau velum partiale (fig. 64 A, B).

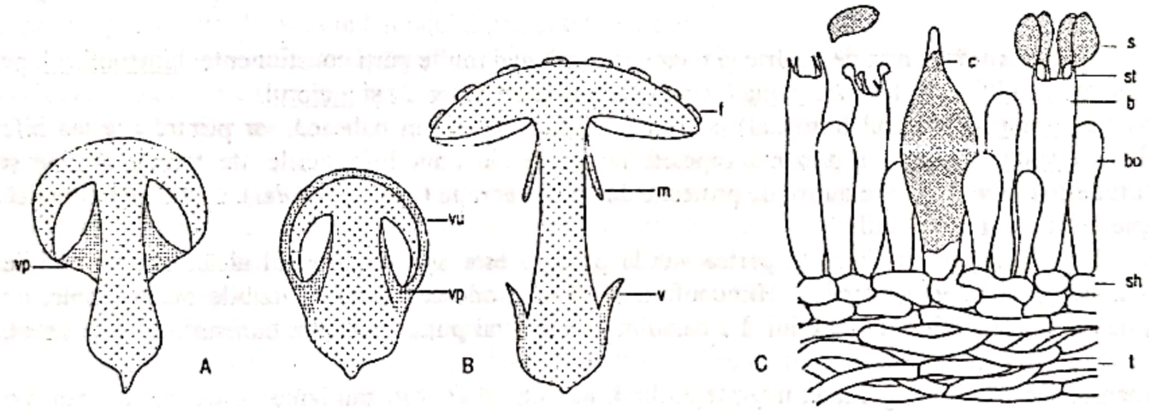


Fig. 64. *Homobasidiomycetidae, Agaricales*: A, B – secțiuni longitudinale schematice prin corpuri-fructe; A – cu velum parțiale (vp); B – cu velum universale (vu) și velum parțiale (vp); în stânga în stadiul tânăr; dreapta stadiul matur; m – manșeta ca rest de la velum partiale; v – volva ca rest de la velum universale la baza piciorului; f – resturi sub formă de solzi, pe pălărie, de la velum universale; C – secțiune pe himeniul de la *Hypholoma*: bazidie (b), bazidiospor (s), sterigmă (st), bazidie tânără (bo), cistidă (c), subhimeniu (sh), trama (t) (A, B- după Fischer; C- după Bresinsky, din Strasburger, 1999)

Velum universale (vălul general) îmbracă atât piciorul cât și pălăria, încât bazidiocarpul tânăr seamănă cu un ou sau cu o bilă albicioasă sau gri. Prin creșterea piciorului și întinderea pălăriei, velum universale se rupe și eliberează astfel himenoforul. Resturile lui rămân la baza piciorului sub formă de teacă și poartă numele de volvă sau vagină. Pe suprafața pălăriei rămân resturi de văl general sub formă de petice sau solzi variat colorați. Ex. la genul *Amanitopsis, Amanita* ș.a.

Velum parțiale (vălul parțial) este caracteristic pentru sporoforul tânăr al unor himenomicete. El se întinde de la marginea pălăriei până la picior, acoperind himenoforul tânăr. La maturarea himeniului, marginea pălăriei se întinde, velum parțiale se rupe și rămășițele lui se mențin la partea superioară a piciorului sub formă de inel mobil sau imobil numit annulus. Cealaltă parte a velului parțial rămâne pe marginea pălăriei, unde atârnă sub formă de franjuri (ciucuri) și poartă numele de cortină (ex. la *Agaricus, Lepiota* ș.a.). Genul *Amanita* are ambele tipuri de velum.

c. Tipul himenial pseudoangiocarp se aseamănă la început cu cel gimnocarp, însă marginea pălăriei se îndoaie în așa fel spre interior, încât hifele sale se împletesc cu cele ale cortexului piciorului.

B. Corpurile-fruct (carpofori) gastroide (fig. 65) sunt cele întâlnite la *Gasteromycetes*, la care bazidiile se formează liber în interiorul acestora. Himeniul nu se formează sau se descompune în timpul maturării sporilor. Dezvoltarea sporoforilor se face după tipul pseudoangiocarp sau hemiangiocarp.

Aceste corpuri-fructe sunt închise, fără sau cu compartimentare interioară. Masele de spori se eliberează din acestea prin întinderea şi crăparea peridiei. Sporii nu sunt aruncaţi activ de către basidii. Răspândirea lor are loc prin intermediul vântului, iar în cazuri speciale prin insecte şi unele mamifere.

Între corpurile-fructe himeniale şi gastroide există numeroase forme de trecere.

Sistematica. Clasificarea bazidiomicetelor superioare este departe de a fi prezentată în acelaşi mod în tratatele de specialitate. Pe baza formei exterioare a corpurilor-fructe s-a intocmit o clasificare artificială, fără a se avea în vedere relaţiile de rudenie şi de descendenţă, în trei grupări de ordine: *Hymenomycetae, Gasteromycetae* şi *Aphyllophorales*.

În clasificările mai noi se caută găsirea unor legături de rudenie între grupuri de bazidiomicete superioare. Acestea ar trebui clasificate şi orânduite evolutiv numai pe baza caracterelor concordante din mai multe domenii macroscopice, dar şi microscopice şi biochimice. Pentru aşezarea împreună a unor genuri în familii, a familiilor în ordine etc., un rol important îl joacă verigile de legătură, care nu în toate cazurile au fost descoperite.

Sistemul de clasificare pe baza sporoforilor şi a dezvoltării himenoforului nu mai corespunde din mai multe puncte de vedere. Există forme de tranziţie între corpurile-fructe fără lamele, cele cu lamele şi cele bombate în formă de stomac. De aceea, se va utiliza o clasificare în supraordine (după A. Bresinsky din Strasburger, 1999) dintre care primele două: *Porianae* (*Aphyllophoranae*) şi *Agaricanae* corespund *Hymenomycetae*- lor, iar următoarele două *Lycoperdanae* şi *Phallales* sunt cuprinse la *Gasteromycetae*, din clasificările tradiţionale.

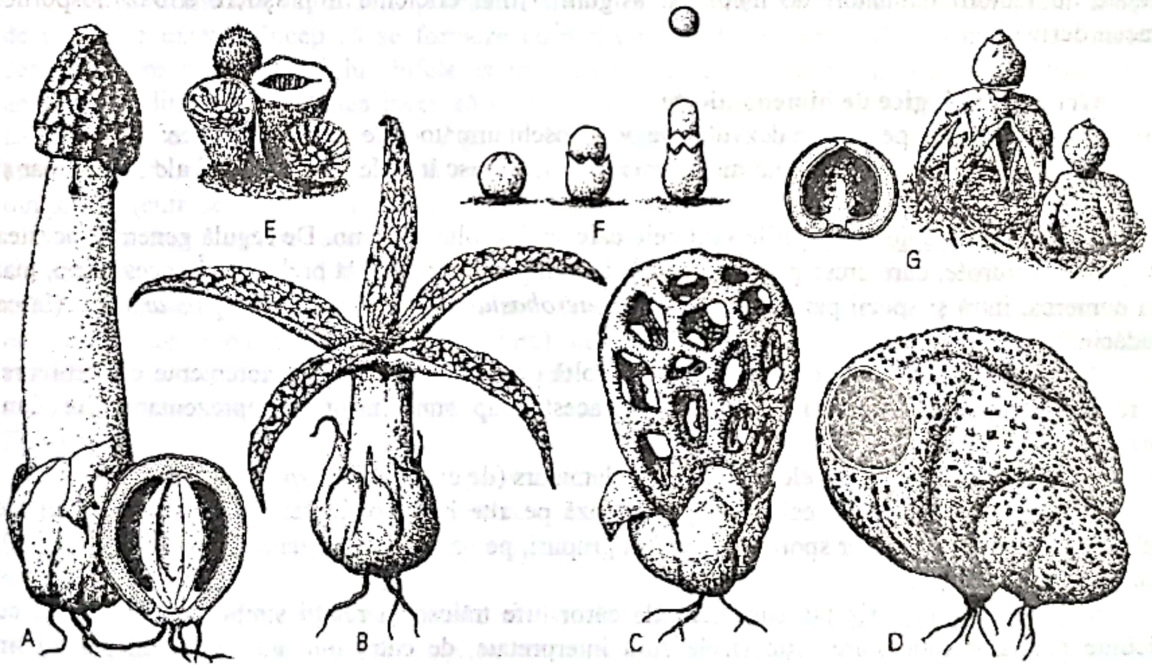


Fig. 65. *Homobasidiomycetidae* „*Gasteromycetes*": A-C – *Phalales*; D – *Sclerodermatales*; E, F – *Nidulariales*; G – *Geastrales*. A – *Phallus impudicus*: corp-fruct ajuns la maturare cu picături de glebă pe pălărie şi (dreapta) corp-fruct tânăr în secţiune longitudinală; B – *Anthurus archeri*; C – *Clathrus ruber*; D – *Scleroderma aurantium* – pe suprafaţa de secţionare se observă împărţirea în câmpuri a glebei; E – *Cyathus striatus* (mărime naturală); F – *Sphaerobolus stellatus* (dreapta): azvârlirea endoperidiei; G – *Geastrum quadrifidum* (A- după Lange; B, D, G- după Poelt, Jahn & Caspari; C- după Fayod; E- după Gramberg; F- după Michael & Henning, din Strasburger, 1999)

I. Caractere generale ale himenomicetelor (Supraordinele *Porianae* şi *Agaricanae*)

Himenomicetele grupează toate formele la care iau naştere corpuri-fructe gimnocarpe (supraord. *Porianae*) şi preponderent hemiangiocarpe (supraord. *Agaricanae*). Sporoforii au formă, consistenţă şi structură microscopică diferită. Himeniul se află liber pe corpul-fruct, se formează de timpuriu şi creşte odată cu creşterea corpului-fruct. Acesta conţine bazidii în diferite stadii de maturare, bazidiole (bazidii sterile), perişori, cistide de diferite forme şi dimensiuni. Himenoforii, când se formează, prezintă structuri vizibile macroscopic: papile, aculei, pliuri, tuburi şi himenofor lamelar care nu formează sau prezintă mai rar structuri asemănătoare lamelor. În cazul himenoforului tubulos şi a celui asemănător lamelor, acesta nu se desprinde de miezul sporoforului. Himenoforul neted reprezintă caracterul primar, iar toate celelalte tipuri cu structuri macroscopice-caractere derivate.

Corpurile-fructe (carpoforii) au evoluat treptat de la forme spongioase coriacee sau lemnoase spre cele de consistenţă cărnoasă. Acestea sunt de mai multe tipuri:

1. Corpuri-fructe resupinate care constau dintr-un strat de hife împletite, extinse şi alipite de substrat, cu himeniul situat pe partea superioară.
2. Corpuri-fructe în formă de farfurioară sau cupă, la care himeniul şi himenoforul se află pe partea superioară.
3. Corpuri-fructe erecte, clavate sau în formă de cilindri ramificaţi, cu himeniul pe partea superioară.
4. Corpuri-fructe în formă de pălărie de forme variate: semicerc, evantai, copită, perniţă etc., fixate de substrat cu partea laterală sau cu un piciorуş scurt, rudimentar. Himenoforul se află pe partea inferioară.
5. Corpuri-fructe în formă de pălărie cu picior, central sau excentric, cu himenoforul şi himeniul bine dezvoltate şi situate pe partea inferioară a pălăriei.

Aceste tipuri morfologice de corpuri-fructe şi numeroasele forme de trecere arată evoluţia treptată de la forme coriacee sau lemnoase, alipite şi extinse pe substrat (caracter primar) spre forme cărnoase în formă de copită, pălărie cu picior, treptat desprinse şi îndepărtate de substrat (caracter derivat). De asemenea, se poate urmări trecerea treptată a himenoforului de pe partea superioară (caracter primar) pe partea inferioară a sporoforului, unde bazidiile cu bazidiosporii sunt mai bine protejate de factorii dăunători de mediu şi asigură o mai eficientă împrăştiere a bazidiosporilor (caracter derivat).

Grupele ecologice de himenomicete

După substratul pe care se dezvoltă, se pot deosebi următoarele grupe ecologice:

1. Saprotrofe de sol sunt cele mai numeroase. Ele cresc în diferite orizonturi ale solului dar şi pe litieră în descompunere.
2. Specii lignicole sau xilofile sunt cele care se dezvoltă pe lemn. De regulă generală, acestea sunt specii saprotrofe, care cresc pe lemnul semidescompus sau proaspăt prelucrat. În acest grup, mai puţin numeros, intră şi specii parazite ca de ex. *Heterobasidion annosum* (*Fomitopsis annosa*) (Iasca de rădăcină).
3. Specii coprofile, sunt cele care se dezvoltă pe gunoiul de grajd, excremente de ierbivore, mai rar pe cele de reptile sau batracieni. În acest grup sunt încadraţi reprezentanţi din fam. *Coprinaceae* ş.a.
4. Specii carbofile sunt cele care cresc pe lemn ars (de ex. *Pholiota sp.*).
5. Specii micofile sunt cele care parazitează pe alte himenomicete. De exemplu, specii ale genului *Asterophora*, ale căror sporofori apar, în grupuri, pe bazidiocarpii genului *Russula* (Vineţică), pe *Collybia cyrrhata* ş.a.
6. Ciupercile micorizante sunt cele ale căror hife trăiesc în relaţii simbionte complicate cu rădăcinile plantelor superioare. Micorizele sunt interpretate, de către unii autori, ca un parazitism reciproc, din punct de vedere fiziologic, bine echilibrat.

Interrelaţiile dintre ciupercile respective şi rădăcinile plantelor superioare prezintă câteva caracteristici:

- asocierea, relativ constantă, dintre cei doi parteneri;
- absenţa simptomelor patologice deşi celulele plantei gazdă sunt infectate;
- invadarea exclusivă a cortexului rădăcinii fără a fi afectat cilindrul central şi meristemul apical;
- menţinerea însuşirilor biologice normale ale celulelor rădăcinii infectate;
- vitalitatea sporită a plantelor cu micorize în raport cu cele lipsite de acestea.

MICORIZELE nu sunt structuri statice ci trec prin câteva etape de dezvoltare: înfiriparea, maturarea şi senescenţa.

Cei mai mulţi autori acceptă următoarele categorii de micorize: ectomicorize, endomicorize, ectoendomicorize şi micorize peritrofe.

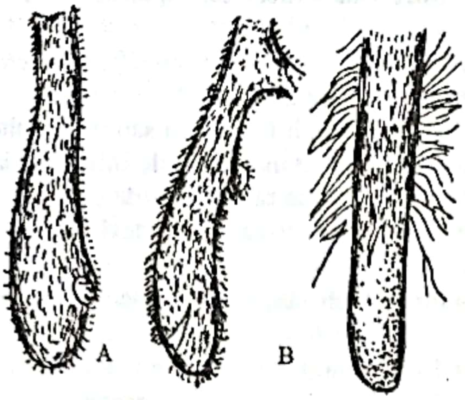


Fig. 66. Micoriză ectotrofă. A – mantaua fungică formată de hifele ciupercii pe vârful rădăcinii de pin; B – ruperea mantalei fungice de către vârful rădăcinii care s-a alungit (după Garibova et al., din Gorlenko)

1. Ectomicorizele (micorize ectotrofe) (fig. 66) sunt cele mai răspândite în natură. În acest caz, ciupercile produc infecții hifale intercelulare. Plantele gazdă sunt, în general, arborii de pădure (foioşi şi răşinoşi), de pe soluri brune şi podzolice. Ectomicorizele sunt mai rare la arborii izolaţi din pajişti sau de pe solurile agricole.

Hifele ciupercilor, provenite din germinarea sporilor sau din alte forme de propagare, sunt stimulate, sub influenţa unor substanţe active din exudatul radicular. Ele cresc şi se răspândesc rapid în rizosferă. Hifele pătrund numai la nivelul rădăcinilor tinere, lipsite de cuticulă sau alte bariere fizice. Nu este atacat meristemul apical, datorită faptului că acesta este permanent reînoit, o dată cu pătrunderea în sol a rădăcinilor.

Mai întâi, pe rădăcini se formează o pâslă de hife miceliene, care sunt în contact strâns cu suprafaţa rădăcinilor. Aceasta poartă numele de teaca sau mantaua fungică. Teaca fungică asigură o mare suprafaţă de contact între cei doi simbionţi, fără ca hifele să pătrundă în celulele vii active. Rădăcinile sunt bogat ramificate şi nu prezintă perişori absorbanţi. Hifele miceliene preiau rolul acestora, solubilizează unii compuşi minerali şi absorb apa cu sărurile solubile.

În etapa următoare de dezvoltare a ectomicorizei, hifele străbat rizoderma şi se răspândesc în spaţiile intercelulare ale scoarţei (cortexului). Acestea formează reţeaua Hartig, care reprezintă caracteristica structurală distinctivă a ectomicorizelor.

Din momentul pătrunderii şi hrănirii hifelor din spaţiile intercelulare ale cortexului rădăcinii, de pe hifele externe încep să se formeze corpurile-fructe (sporoforii). De pe mantaua fungică se dezvoltă, spre suprafaţa solului, hifele externe, care se aşează în lanţuri hifale numite rizomorfe. În anumite condiţii, de pe acestea încep să se diferenţieze sporoforii, epigeici sau hipogeici (trufele), a căror nutriţie este asigurată de planta gazdă. Majoritatea ciupercilor de pădure, cu corpuri-fructe în apropierea arborilor, sunt sporofori ai ciupercilor ectomicorizante şi nu saprotrofi de materie organică din pădure (cum se credea mai înainte).

Au fost descrise ectomicorize la *Pinaceae, Fagales, Juglandales, Tiliaceae, Myrtaceae, Caesalpiniaceae* ş.a. S-a demonstrat că ciupercile prezintă o specificitate accentuată pentru anumite specii lemnoase dintre gimnosperme, de ex.: *Larix decidua* (Lariţa) formează micoriză cu *Boletus elegans*; *Pinus sylvestris* (Pinul de pădure) cu *Boletus luteus* sau acesta şi cu specii dintre angiosperme. Alte himenomicete ectomicorizante aparţin la genurile: *Russula, Lactarius, Marasmius* sau *Rhizopogon* (dintre gasteromicete). Dintre ascomicete formează ectomicorize specii ale genului *Tuber*.

Aceeaşi gazdă, însă, poate forma micorize cu mai multe specii de ciuperci. De exemplu, o singură specie de *Pinus* poate forma micorize cu peste 40 specii fungice.

2. Endomicorizele (micorizele endotrofe) sunt cele la care hifele ciupercii au o localizare intracelulară.

Cele mai răspândite endomicorize sunt cele veziculo-arbusculare şi cele de la orhidee.

Micorizele veziculo-arbusculare poartă acest nume, deoarece formează nişte structuri ± sferice numite vezicule, situate intercelular, de la care pornesc structuri ramificate care pătrund intracelular şi poartă numele de arbusculi.

Rădăcinile infectate au o culoare mai întunecată decât cele neinfectate, iar celulele lor au un volum de 4-5 ori mai mare decât cele normale.

Arbusculii sunt structuri provenite din ramificarea repetată a hifelor din celulele corticale ale rădăcinii. Uneori, fiecare extremitate arbusculară este înconjurată de un material granular, provenit din citoplasma fungică dispersată în celula gazdă. Arbusculii au funcţie similară haustorilor de la ciupercile patogene.

Endomicorizele veziculo-arbusculare sunt prezente la mai multe gimnosperme: *Cupressus, Thuja, Taxodium, Sequoiadendron, Juniperus* ş.a., dar şi la numeroase plante erbacee cu importanţă economică: grâu, porumb, soia, mazăre, tomate, căpşuni, graminee din pajişti (*Holcus lanatus, Molinia caerulea, Festuca airoides, Nardus stricta, Agrostis canina* ş.a.), trestia de zahăr, la unii pomi fructiferi (măr), la arboraşii de cafea, de ceai, arborele de cauciuc ş.a.

Ciupercile cele mai numeroase, care formează astfel de micorize, aparţin la fam. *Endogonaceae* (*Zygomycetes*).

Micorizele orchideelor sunt produse de unele *Basidiomycetes* şi mai puţine *Zygomycetes*. Acestea reprezintă unele dintre cele mai cercetate micorize de peste 150 de ani.

S-a demonstrat că embrionul orchideelor trebuie să fie infectat cu hifele uneia sau mai multor specii de ciuperci, înainte de germinarea seminţelor. Seminţele neinfectate mor, iar cele infectate dau naştere la plante normale. Hifele pătrund în interiorul celulelor corticale ale rădăcinilor de orchidee şi rămân numai în cele care sunt în contact cu solul. În unele celule, hifele dispar, fiind dezintegrate şi digerate de celula gazdă.

La declanşarea infecţiei, celulele de orchidee elaborează substanţe antifungice (orchinol, hircinol), care limitează extinderea infecţiei.

Fungii de micoriză ai orchideelor sunt foarte activi în descompunerea litierei, iar produşii rezultaţi sunt transportaţi de hifele ciupercii în corpul gazdei şi îi utilizează ca sursă de carbon.

Interpretarea relaţiilor care se stabilesc între orchidee şi hifele ciupercii a variat în timp. În momentul de faţă se consideră că această asociaţie nu este benefică ambilor parteneri ci mai degrabă este un parazitism echilibrat. Se consideră că aceasta este o modalitate a orchidaceelor de a folosi hifele ciupercii în propriul interes, ca hrană.

3. Micorizele ectoendotrofe (fig. 67) sunt cele care includ ambele tipuri de infecţie cu hifele ciupercii, atât intercelular cât şi intracelular.

Acestea sunt prezente numai la unii arbori (brad, pin, molid), care în mod obişnuit formează ectomicorize şi sunt mai frecvente în pepiniere decât în păduri.

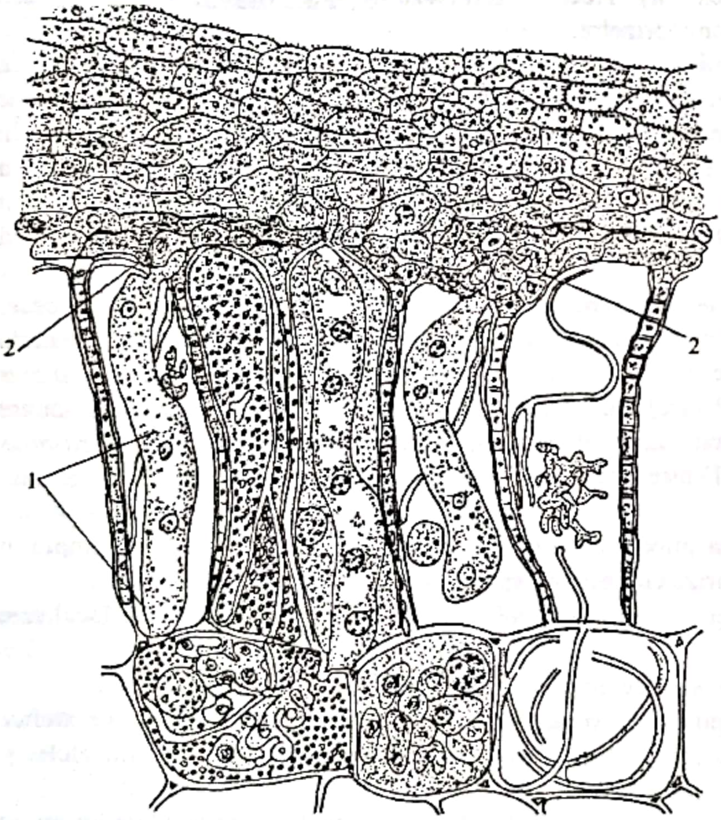


Fig. 67. Micoriza ecto-endotrofă pe rădăcina de mesteacăn (secţiune): 1 – hifele ciupercii în celulele rădăcinii; 2 – reţeaua Hartig (după Gorlenko)

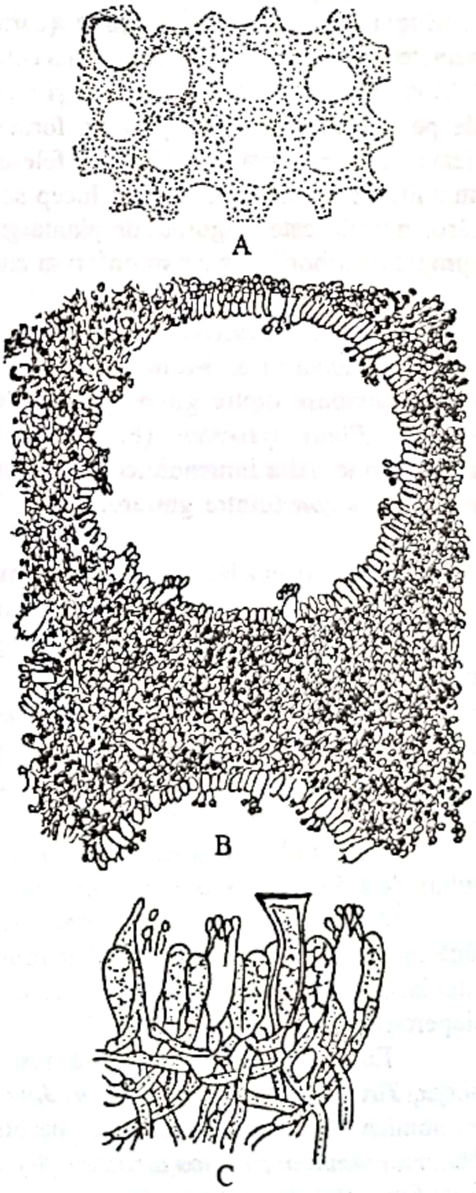


Fig. 68. Secţiune în himenoforul tubular de la *Aphyllophorales*: A – la mărime mică; B – la mărime mare; C – himeniu cu bazidii şi cistide (după Garibova et al., din Gorlenko)

Rădăcinile cu ectoendomicorize sunt adesea mai alungite, mai subţiri şi mai puţin ramificate decât cele cu ectomicorize. Mantaua fungică nu este atât de bine dezvoltată.

Micorizele ectoendotrofe prezintă concomitent atât reţeaua Hartig în spaţiile intercelulare ale cortexului rădăcinii cât şi hife pătrunse intracelular. Participă la formarea lor, cel mai adesea Fungi Imperfecti.

Un caz particular de micoriză ectoendotrofă este la *Monotropa hypopitys* (fam. *Pyrolaceae*), sporadică prin păduri de munte. Unele specii de fungi formează ectomicorize cu anumite specii de arbori dar şi ectoendomicorize cu *Monotropa*. Această asociaţie include trei parteneri: arborele fotosintetizant, planta aclorofiliană (*Monotropa*) şi fungii ectomicorizanţi.

4. Micorizele peritrofe se caracterizează prin prezenţa unui miceliu abundent, care înconjoară rădăcinile cu care sunt în contact superficial, fără conexiuni directe. Se află la plantele care nu au simbionţi fungici naturali. Hifele preiau nutrienţii din resturile radiculare descompuse şi le folosesc ca sursă de energie.

Obs. Micorizele ericoide descrise la *Ericaceae*: *Vaccinium, Rhododendron, Erica, Calluna, Bruckentalia* ş.a. au fost interpretate atât ca endotrofe, deoarece mantaua hifală e rară, iar hifele pătrund intracelular şi formează o spirală încolăcită, cât şi ca ectoendotrofe, deoarece dezvoltarea hifelor are loc atât intracelular cât şi intercelular.

De altfel, în mai multe situaţii nu sunt limite trasante între astfel de micorize.

2.1. Supraordinul *PORIANAE* (*APHYLLOPHORANAE*)
(Himenomicete gimnocarpe)

Porianae- le sunt bazidiomicete cu corpuri-fructe himeniale gimnocarpe dar care, de regulă generală, nu formează himenofor cu lamele. Unii reprezentanţi cu himenofor asemănător lamelelor (*Trametes, Gloeophyllum* ş.a.) sunt legaţi prin verigi de legătură corespunzătoare cu reprezentanţi tipici ai acestui supraordin şi nu cu *Agaricanae*. Alţi reprezentanţi cu himenofor cu lamele (*Pleurotus, Cantharellus*) nu se pot uni cu *Agaricanae*- le din cauza altor caractere neconcordante.

Corpurile-fructe ale majorităţii speciilor cresc numai în jurul unor corpuri străine: ramuri, tulpini sau fire de iarbă.

Sistematica. În cadrul supraordinului se vor prezenta ordinele mai cunoscute: *Poriales* (*Aphyllophorales*), *Schizophyllales, Hymenochaetales, Telephorales, Cantharellales* şi *Polyporales*.

1.1. Ordinul *PORIALES* (*Aphyllophorales*)

Acesta este un ordin provizoriu, în care sunt reunite toate formele care alcătuiesc corpuri-fructe gimnocarpe cu viaţă lungă. Himeniul se formează liber pe corpul-fruct, apare de timpuriu şi creşte o dată cu creşterea corpului-fruct. Himenoforul tubular sau lamelar se desprinde de miezul sporoforului, de consistenţă coriacee sau lemnoasă.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Corticiaceae, Poriaceae, Stereaceae.*

Familia *Corticiaceae*

Corticiaceae- le sunt ciuperci saprotrofe lignicole, cu bazidiocarpi extinşi şi alipiţi de substrat, de consistenţă moale, cărnoasă, gelatinoasă, făinoasă sau păienjenie. Au aspect de crustă, membrană sau peliculă, cu marginea liberă, răsucită. Himeniul se află liber pe partea superioară, fără himenofor diferenţiat. Bazidiile sunt însoţite de bazidiole, filamente parafizoide şi uneori cistide (fig. 68). Bazidiosporii sunt hialini sau coloraţi, netezi (caracter primar) şi mai rar granulat-verucoşi (caracter derivat).

Genul ***Corticium*** cu câteva specii: *C. calceum* creşte pe lemn de conifere în putrefacţie, iar *C. roseum* pe lemn de foioase.

Familia *Poriaceae*

Genul ***Poria*** formează cruste plate, alipite de substrat, cu himenoforul poros, aşezat pe partea superioară.

Familia *Stereaceae*

Familia include ciuperci saprotrofe lignicole (pe lemn putred). Bazidiocarpii sunt grupaţi în formă de scoică sau evantai, au consistenţa tare şi sunt rezistenţi la rupere. Aceştia nu mai sunt alipiţi de substrat, ci în parte depărtaţi de acesta. Himenoforul este neted.

Stereum hirsutum (Brâncă) creşte abundent pe lemn de foioase în putrefacţie.

1.2. Ordinul *SCHIZOPHYLLALES*

Genul ***Schizophyllum*** încadrează specii saprotrofe pe specii de foioase. Corpurile-fructe sunt în formă de rinichi sau lingură, cu himenoforul alcătuit din lamele rezistente, despicate în lung şi dispuse radiar. Este frecvent folosit în cercetări de biologie, genetică etc.

1.3. Ordinul *HYMENOCHAETALES*

Din acest ordin fac parte baizidiomicete la care hifele sunt colorate prin pigmenţi membranari de tipul stiripirone şi sunt lipsite de anse. Himeniul prezintă, pe lângă bazidii, bazidiole şi cistide (= sete), care reprezintă capete de hife ascuţite, cu pereţii groşi şi colorate în brun. Sporii prezintă pereţi netezi.

Genul ***Hymenochaete*** are corpurile-fructe în forma unor cruste netede, care numai la margine sunt depărtate de substrat.

Genul ***Phellinus*** are corpuri-fructe în forma unor console, perene, cu himenofor stratificat. În secţiune transversală se pot urmări zonele de creştere anuală ca straturi poroase şi tramă. *Ph. igniarius* (Iasca falsă) creşte pe tulpinile vii şi moarte ale unor arbori foioşi. Extractul din această ciupercă are utilizări medicinale.

Genul ***Coltricia*** prezintă corp-fruct în formă de pălărie cu picior, cu himenofor rezistent, persistent.

1.4. Ordinul *THELEPHORALES*

Reprezentanţii acestui ordin se deosebesc de *Poriales* şi *Hymenochaetales* prin bazidiosporii lor cu asperităţi (caracter derivat) sub formă de negi sau ţepi, aranjaţi în perechi şi cu membranele pigmentate. La acestea se poate urmări trecerea de la corpurile-fructe plate, cu himenofor neted sau ţepos (la ***Tomentella***) ataşate de substrat sau sub formă de pălărie cu picior depărtate de substrat (la ***Thelephora***). Corpuri-fructe sub formă de pălărie cu picior şi cu himenofor ţepos se află la ***Sarcodon imbricatum***, iar cu himenofor poros la genul ***Boletopsis***.

Thelephora terrestris creşte pe sol în păduri de foioase şi răsinoase.

1.5. Ordinul *CANTHARELLALES*

Sistematica. Ordinul cuprinde familiile: *Cantharellaceae, Clavariaceae, Hydnaceae.*

Familia *Cantharellaceae*

Familia încadrează ciuperci tericole ectomicorizante, cu bazidiocarpi galbeni, bruni sau negri, diferenţiaţi în pălărie şi picior, uneori în formă de trompetă sau corn, de consistenţă cărnoasă sau puţin coriacee.

Himenoforul este alcătuit din lame groase, adesea legate împreună. Himeniul prezintă bazidii întinse în lungime, datorită fusului de diviziune aşezat longitudinal. Hifele tramei sunt colorate prin pigmenţi carotenoizi.

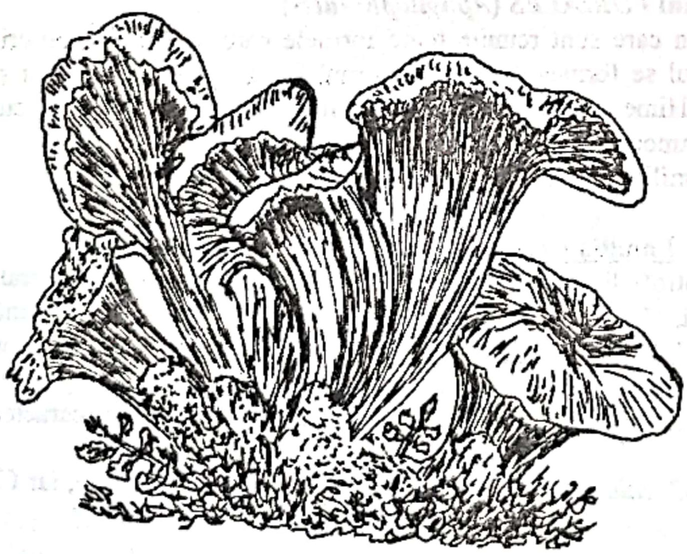
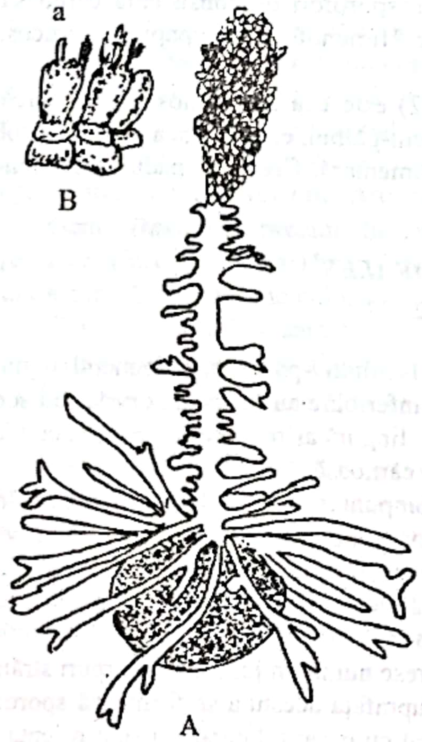


Fig. 69. *Cantharellus cibarius* (Gălbiori) (după Sălăgeanu)

Cantharellus cibarius (Gălbiori) (fig. 69). Pălăria este cărnoasă, de un galben intens sau galben pal, la început sferică, apoi etalată şi adâncită la mijloc, cu marginea neregulat-lobată. Creşte în grupuri, prin păduri de răşinoase şi foioase. Este comestibilă cu foarte mare valoare alimentară.



Genul ***Craterellus*** prezintă himenoforul neted-tuberos sau zbârcit. *C. cornucopioides* (Cornul abundenței, Trâmbița piticilor). Are sporofori (bazidiocarpi) în formă de pâlnie, membranoși-cărnoși, de culoare gri-fumurie, aproape neagră. Crește pe sol, în păduri de foioase și are bună valoare alimentară.

Familia *Clavariaceae*

Familia încadrează ciuperci saprotrofe tericole, lignicole sau pe diferite plante erbacee în putrefacție. Sporoforii (bazidiocarpii) sunt anuali, cornoși sau cărnoși, cu aspect de pâlnie sau cilindru, corali, tufe, conopidă sau creasta cocoșului. Himenoforul este neted și este situat pe toată suprafața sporoforului (cu excepția piciorușului sau a părților îndreptate în sus). Bazidiile sunt însoțite de sterigme. Sporii sunt hialini, galbeni sau bruni.

Sporoforii cornoși, cartilaginoși sau lemnoși și cei imputrescibili reprezintă caracter primar, iar cei cărnoși și putrescibili sunt caractere derivate, de superioritate.

Fig. 70. Carpoforul ciupercii *Typhula*. A - sclerotul în stare de germinare și formarea bazidiilor; B – bazidii cu bazidiospori (a) (după Gorlenko)

Genul ***Thyphula*** (fig. 70) include specii parazite pe plante sălbatice sau cultivate. Acestea formează în țesuturile plantei gazdă scleroți, din care apoi iau naștere sporofori clavați, mici, de culoare liliachie închisă. *T. incarnata, T. trifolii* ș.a.

Genul ***Ramaria*** cuprinde specii cu sporofori foarte ramificați, de culori vii. *R. flava* (Piciorul ursului) (fig. 71) are sporofori cu ramuri cilindrice, fragile, de culoare galbenă-purpurie, până la galbenă ca lămâia. La apăsare aceștia se colorează în roșu. Crește pe sol, în păduri de foioase și rășinoase. Este comestibilă, de bună valoare alimentară. *R. aurea* (*Clavaria aurea*) (Laba ursului) are sporofori galben-aurii până la galben-portocalii, la apăsare nu se colorează în roșu. Crește pe sol în păduri de foioase și rășinoase. Este toxică. *R. botrytis* (Rămurele) este este o ciupercă mare, de 7-15 cm înîlțime și 6-20 cm diametru, cu aspect de conopidă. Are trama albă, cu gust și miros plăcut. Este comestibilă, cu bună valoare alimentară.

Genul ***Clavaria*** se recunoaște prin sporoforii mai slab ramificați, deseori clavați sau filiformi. *C. vermicularis* are sporofori vermiculari, curbați la vârf, de culoare albă, fragili. Crește în locuri umede din pajiști. Este comestibilă, de slabă valoare alimentară.

Genul ***Sparassis*** include specii cu sporofori cărnoși, formați din numeroase ramuri turtite în forma unor lame, adesea concrescute. *S. crispa* are sporofori în formă de sferă cu ramurile terminale lamelat încrețite. Este comestibilă.

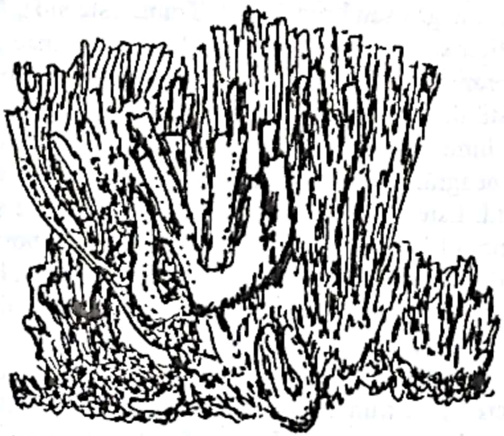


Fig. 71. Carpoforul ciupercii *Ramaria flava* (*Clavariaceae*) (după Garibova et al., din Gorlenko)

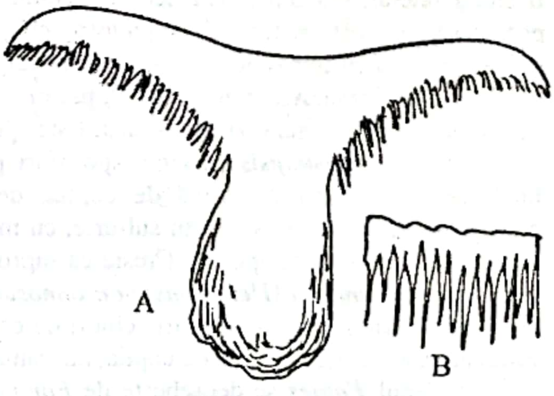


Fig. 72. *Hydnum repandum* (Flocoșel). A – carpoforul țepos în secțiune longitudinală; B – detaliu al himenoforului țepos (după Garibova et al., din Gorlenko)

Familia *Hydnaceae*

Familia încadrează ciuperci tericole sau lignicole, cu sporofori de consistenţă cărnoasă sau suberoasă, diferenţiaţi în pălărie cu picior central sau excentric. Himenoforul este papilos, verucos, sub formă de dinţi sau ţepos.

Hydnum repandum (Burete ţepos, Flocoşel) (fig. 72) este cea mai cunoscută ciupercă din această familie. Pălăria are 6-12 cm în diametru, de culoare crem-gălbui, cu marginea neregulat-lobată. Trama are gust amărui. Este comestibilă, cu mică valoare alimentară. Creşte în păduri de foioase şi răsinoase.

1.6. Ordinul *POLYPORALES*[*]

Familia *Polyporaceae*

Familia încadrează ciuperci saprotrofe parazite sau facultativ-parazite, în general lignicole. Sporoforii sunt de consistenţă şi formă foarte variate. La cele inferioare au formă de crustă sau scoică, uneori perniţă, iar la cele evoluate au formă de copită, consolă, lingură asimetrică sau pălărie cu picior. Consistenţa poate fi coriacee, suberoasă sau lemnoasă, mai rar cărnoasă.

Polyporaceae- le trăiesc saprotrof, pe lemnul în descompunere, dar pot fi şi parazite pe arbori vii. Ele descompun lemnul cu ajutorul exoenzimelor. Unele descompun celuloza şi provoacă putregaiul brun, distructiv. Lemnul devine fragil, sfărâmicios şi până la urmă crapă în bucăţi. Ciupercile care descompun lignina, componentul de bază al lemnului, produc putregaiul alb, de coroziune. Lemnul devine moale, fibros, inelele anuale se despart.

Spre deosebire de *Poriales*, sporoforii polyporalelor cresc numai în jurul unor corpuri străine.

Miceliul ciupercii se răspândeşte în substrat, iar la suprafaţa acestuia se formează sporoforii (bazidiocarpii) pereni sau anuali. Aceştia se fixează de substrat cu o parte laterală şi sunt orientaţi cu himenoforul în jos, favorizând astfel protecţia himenoforului şi împrăştierea mai eficientă a basidiosporilor.

Himenoforul poate fi tubular, la care în fiecare an se formează straturi noi, iar fiecare dintre acestea încep să funcţioneze pe la mijlocul verii; plicat şi labirintiform, care constă numai dintr-un singur strat, deoarece elementele sporoforilor pereni în fiecare an se alungesc şi nu se formează din nou ca la cel tubular (anual).

La aceste forme cu himenofori poroşi (tubulari), situaţi pe partea inferioară a sporoforilor (*Piptoporus betulinus, Polyporus sp.*) se ataşează prin mai multe caractere concordante şi ciuperci cu himenofor lamelar (*Lentinus sp., Pleurotus sp.*).

Sporii au pereţii netezi, subţiri şi sunt hialini, de culoare albicioasă.

Trama este albă sau colorată, de consistenţă coriacee, suberoasă sau lemnoasă, uneori cărnos-spongioasă.

Genul ***Piptoporus***. *P. betulinus* (Văcălia de mesteacăn) are bazidiocarpul în formă de copită, cu suprafaţa netedă, acoperită cu o crustă cenuşie sau brună-cenuşie, mai mult sau mai puţin fisurată. *P. quercinus* creşte pe trunchiuri bătrâne de stejar.

Genul ***Polyporus*** cuprinde specii cu sporofori anuali, diferenţiaţi în pălărie şi picior, care poate fi situat lateral, excentric sau central. Trama este albă sau crem. *P. squamosus* (Păstrăvi, Burete păstrăv) are sporoforii cărnoşi, cu piciorul, cel puţin la bază, negru sau brun-închis. Trama este albă, în stare proaspătă cu miros de făină şi gust plăcut. Creşte solitar sau în grupuri pe trunchiuri vii, cioate şi buturugi de foioase, mai ales de nuc şi paltin. Pălăria este reniformă sau în formă de evantai, de 50-60 cm în diametru, groasă, cărnos-elastică. Este specie comestibilă cu slabă valoare alimentară.

Genul ***Fomitopsis*** prezintă sporofori pereni, cu himenofor poros. *F. pinicola* (Văcălie de brad) are sporoforul în formă de copită, de culoare neagră, cu marginea portocalie sau roşie, pubescentă. Trama este albă sau sulfurie, cu miros de acid. Este răspândită în pădurile de conifere şi foioase din regiunea temperată. Creşte ca saprotrofă pe lemnul în putrefacţie dar şi parazită pe arborii vii, slăbiţi. *F. annosa* (*Heterobasidion annosum*) (Iasca de rădăcină) creşte pe rădăcinile aeriene ale coniferelor, dar şi pe ramuri şi trunchiuri de conifere. *F. officinalis* (*Laricifomes officinalis*) (Iasca de zadă) are sporoforii în formă de copită, cu trama albă, cu gust amar. Nu este comestibilă.

Genul ***Fomes*** se deosebeşte de *Fomitopsis* prin culoarea roşcată sau roşcată-brună a tramei sporoforilor pereni. *Fomes fomentarius* (Iasca) (fig. 73) creşte pe trunchiuri vii sau uscate de fag. Pe suprafaţa sporoforilor se evidenţiază zonele (straturile) anuale de creştere a himenoforului, după care se stabileşte vârsta acestora. Din tramă, în urma unui tratament special (fierbere în lapte), se obţine un material moale din care se confecţionează obiecte de artizanat (poşete, şepci) sau se prepară iasca pentru aprins focul, cu cremene şi amnar, în locul chibriturilor.

---

[*] Gradul de cuprindere a familiilor şi genurilor în acest ordin diferă de la un autor la altul.

Ganoderma lucidum[*] (Lingura zânei) (fig. 74) are sporofori în formă de pălărie reniformă şi picior situat lateral, excentric sau chiar central, de 5-8 cm lungime, cu o crustă lucioasă de culoarea pălăriei. Trama este suberoasă, zonată. Creşte pe rădăcini aeriene şi la baza trunchiurilor de stejari, însă slăbiţi din diferite cauze. *G. applanatum* creşte pe trunchiuri de arbori foioşi, producând putregaiul brun sau de coroziune. Are sporofori de culoare cafeniu-închis.

Genul ***Daedalea***[°] prezintă himenofor labirintiform alcătuit din alveole de diferite dimensiuni. *D. quercina* (Iasca de stejar) (fig. 75) are sporoforii sesili, în formă de consolă. Sunt pereni, cu suprafaţa zonată, rugoasă, de culoarea plutei. Creşte în grupuri, imbricat, pe cioate de stejar.

Genul ***Lentinus***[#] se caracterizează prin trama neregulată, alcătuită din hife împletite, în moduri diferite. Himenoforul este lamelar. *L. edodes* a fost introdusă în cultură, cu circa 2.000 de ani în urmă, în ţări din Asia de Sud-Est, în special în Japonia. Ca mediu de cultură este utilizat lemnul arborilor foioşi.

Genul ***Pleurotus*** cuprinde specii lignicole cu sporofori sesili, lipsiţi de picioruş. *P. ostreatus* (Păstrăv) (fig. 76). Pe partea inferioară a pălăriei prezintă himenoforul lamelar, alcătuit din lame dispuse radiar. Este o ciupercă cu foarte bună valoare alimentară, fiind luată în cultură. *P. eryngii* în anumite condiţii de cultură, în locul unui himenofor cu lamelele, formează himenofor cu pori neregulaţi.

La genurile ***Polyporus*** şi ***Pleurotus*** se formează din miceliul monocariotic corpuri-fructe haploide şi nu dicariotice ca la toate celelalte basidiomicete.

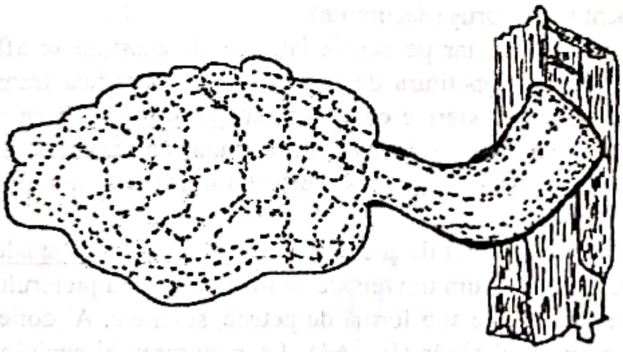


Fig. 74. Carpoforul de *Ganoderma lucidum* cu piciorul excentric (după Garibova et al., din Gorlenko)

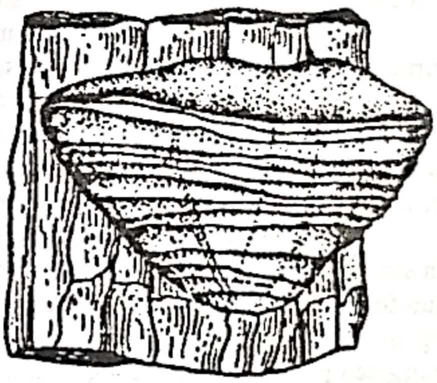


Fig. 73. Carpoforul peren de *Fomes fomentarius* (Iască)

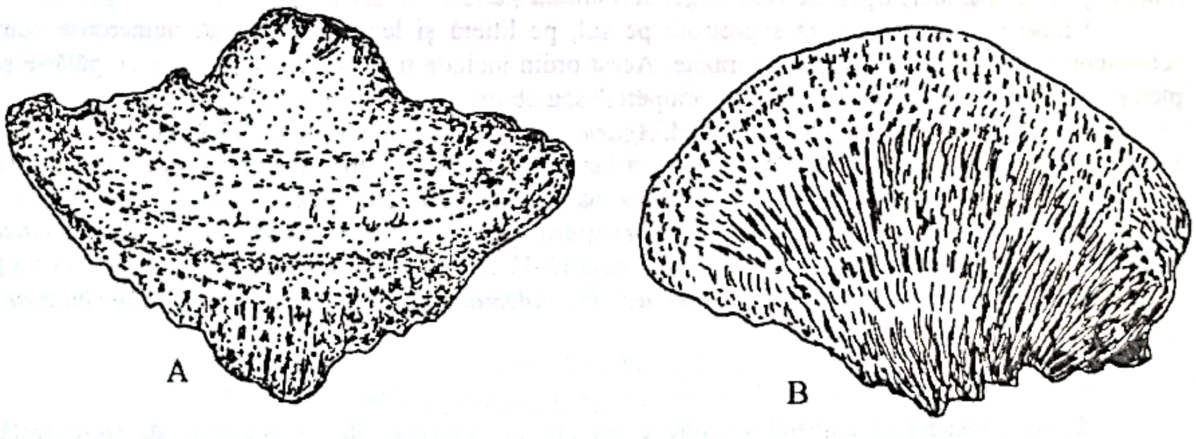


Fig. 75. *Daedalea quercina* (Iasca stejarului). A – aspect exterior; B – secţiune longitudinală în himenoforul labirintiform (după Garibova et al., din Gorlenko)

---

[*] În alte sisteme de clasificare tratată ca familie distimctă: *Ganodermataceae*

[°] În alte sisteme de clasificare încadrată în *Fomitopsidaceae*

[#] În alte sisteme de clasificare, împreună cu *Pleurotus*, tratată la *Pleurotaceae*

2.2. Supraordinul *AGARICANAE*

Poziția centrală în cadrul acestui supraordin o ocupă ciupercile cu pălărie și picior cu viață scurtă și care cresc în jurul unor corpuri străine (ramuri, tulpini etc.) Pe partea inferioară a pălăriei se formează un himenofor lamelar (*Agaricales* în sens larg).

Sistematica. După concepțiile mai noi, în acest supraordin, alături de *Agaricales* cu himenofor lamelar, se tratează și ord. *Russulales* și *Boletales*, cu corpuri-fructe (sporofori) altfel conformate, de tip afiloforal sau gastroid.

2.1. Ordinul *AGARICALES*

Din acest ordin sunt cunoscute peste 2.000 de specii numai în Europa Centrală. La cei mai mulți reprezentanți ai acestui grup, himeniul se formează în cavități schizogene în interiorul sporoforilor și ulterior apare dezvelit (dezvoltare hemiangiocarpă). Pe lângă acest tip de dezvoltare se întâlnește și o dezvoltare pseudoangiocarpă sau gimnocarpă.

Corpurile-fructe (sporoforii) au viață scurtă, iar la unele specii izolate (*Coprinus*) deja după câteva ore de la apariție se descompun.

Himenoforul de dezvoltă dintr-o dată și nu treptat, de la exterior către interior (ca la *Aphyllophorales*). Acesta este, de regulă generală, lamelar (cu lamele dispuse radiar) sau tubular (la *Boletaceae*) și se desprinde cu ușurință de miezul sporoforului. Modul de aranjare a lamelelor în raport cu piciorul sporoforului variază la diferite specii. Astfel, ele pot fi libere, adică nu ajung la piciorуș sau dacă ajung nu concresc cu acesta; ele pot concrește cu piciorușul cu toată lungimea sau numai pe o mică porțiune (adnate) sau sunt dispuse descendent pe piciorуș (decurente).

Lamele agaricalelor, în secțiune au formă de con, iar pe părțile laterale ale acestora se află himeniul. Porțiunea centrală sterilă se numește tramă. Împetitura de bază a lamelelor, adică trama lamelelor, poartă spre în afară un strat alcătuit din celule sferice ce alcătuiesc subhimeniul, care în final este îmbrăcat de himeniu. Himeniul se compune din bazidii în diferite stadiu de maturare, și, adesea, din cistide. Fusul de diviziune al nucleului în timpul meiozei este orientat transversal în raport cu axa longitudinală a bazidiilor (așa numitele chiastobazidii).

Sporoforul în stadiu de primordiu are formă de ou sau bilă și este protejat de velum universale. În stadiul matur, alcătuit din picior și pălărie, resturi din velum universale se mențin la baza piciorului sub formă de teacă și poartă numele de volvă, iar pe pălărie sub formă de petece, solzi etc. Al doilea tip de văl este velum parțiale și el acoperă himenoforul tânăr (fig. 64). La maturarea himeniului, marginea pălăriei se îndreaptă, velum parțiale se rupe și rămășițele lui rămân la vârful piciorului sub formă de inel, imobil sau mobil, numit annulus, iar cealaltă parte atârnă sub formă de franjuri (ciucuri) pe marginea pălăriei și poartă numele de cortină.

Sporoforii de la agaricale pot avea velum partiale (genul *Agaricus*), velum universale (genul *Amanitopsis*) sau ambele tipuri de velum (genul *Amanita* ș.a.).

Ciupercile agaricale sunt saprotrofe pe sol, pe litieră și lemn și cele mai numeroase sunt ectomicorizante. Câteva specii sunt parazite. Acest ordin include majoritatea ciupercilor cu pălărie și picior, comestibile și otrăvitoare, numite „ciuperci" sau „bureți".

În diferite sisteme de clasificare ord. *Agaricales* este tratat neuniform. În ultimele decenii ale sec. 20, pentru sistematica acestui ordin au fost luate în considerare, mai ales, legeturile filogenetice posibile cu *Aphyllophorales* și *Gasteromycetales*, bazate pe studiul ontogenezei sporoforilor: prezența unui velum universale și velum parțiale, structura sporilor și a peretelui acestora, structura și aranjarea lamelor față de piciorуș, tipul tramei etc. Dintre cele 15-17 familii de *Agaricales* (R. Singer, 1975 ș.a.) se vor prezenta doar câteva: *Agaricaceae, Tricholomataceae, Strophariaceae, Coprinaceae, Secotiaceae, Podaxaceae.*

Familia *Agaricaceae*

Familia încadrează ciuperci saprotrofe tericole, uneori coprofile, cu sporofori de consistență cărnoasă. Palăria și piciorul sunt ușor separabile sau neseparabile.

Piciorul este central, cărnos sau cu structură fibroasă, prevăzut cu inel membranos, uneori cu cortină pe marginea pălăriei, de regulă generală lipsit de volvă.

Himenoforul este lamelar. Lamele sunt libere, mai rar aderente de picior (la începutul dezvoltării) (fig. 76). Vălul partial este totdeauna prezent și lasă pe piciorуș un inel membranos sub formă de guleraș și deseori urme în formă de solzi. La unele specii se află velum universale (fig. 77). Carnea este, de regulă generală, albă, uneori cu vârsta sau în contact cu aerul, își schimbă culoarea.

Praful de spori are culoare diversă, de la alb (la genul *Lepiota*) până la neagră-brună (la genul *Agaricus*). Sporii au pereţii netezi, dar pot prezenta şi excrescenţe.

Familia include, după unii autori, 9 genuri cu circa 70 de specii.

Genul ***Agaricus*** cuprinde mai multe specii saprotrofe de humus şi litieră, lignicole, carbofile, micofile etc., mai rar ectomicorizante. *A. campestris* (*Psalliota campestris*) (Ciuperca albă de bălegar) (fig. 78-1) are pălăria albă, uneori se îngălbeneşte puţin. Carnea are gust plăcut, în secţiune sau prin rupere se înroşeşte puţin. Creşte pe câmpuri, în locuri grase, păşuni, pe bălegar etc. Este comestibilă, cu foarte mare valoare alimentară. *A. arvensis* (Ciuperca de câmp). Pălăria este conică, de culoare alb-crem, iar piciorul claviform la bază. Creşte pe sol, prin pajişti, grădini, livezi de pomi. Este comestibilă, de foarte mare valoare alimentară. *A. bisporus* (Champignonul) este cultivată pe scară largă în multe ţări, de circa 300 ani, ca ciupercă de masă. Pe bazidii se află numai doi spori în loc de patru obişnuiţi. Fiecare spor conţine câte doi nuclei compatibili (+ şi -). Cu alte cuvinte, la această ciupercă nu sunt necesare procese sexuale (somatogamia) pentru începerea unui nou ciclu de viaţă. Cultivatorul de Champignon poate să înmulţească această ciupercă pornind exclusiv de la părţi dicariotice (obţinute din spori) şi să obţină cu uşurinţă sporoforii, nu numai pe medii de cultură, ci chiar în laborator, în cutii Petri. Este folosită frecvent pentru cercetări biochimice, genetice, fiziologice etc.

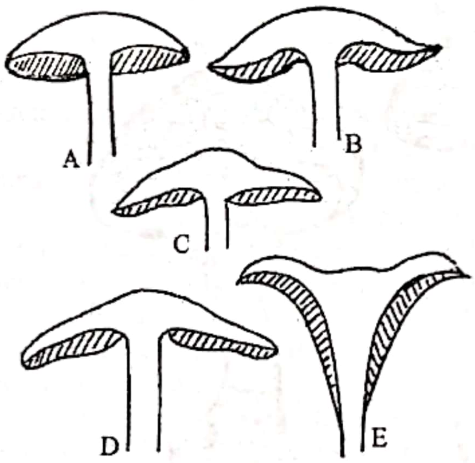


Fig. 76. Tipuri de fixare a lamelor pe picior la ciupercile *Agaricales*: A – fixarea cu toată marginea; B – fixarea cu un dinţişor; C, D – lamele libere, nefixate; E – lamele decurente pe picior (după Garibova et al., din Gorlenko)

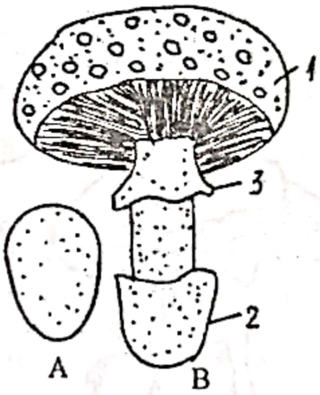


Fig. 77. Dezvoltarea carpoforului la *Agaricales* cu velum universale şi parţiale: A – carpofor tânăr înconjurat de velum total; B – carpofor matur: 1 – rămăşiţe de velum universale sub formă de solzi pe pălărie; 2 – volvă (rămăşiţe din velum universale) la baza piciorului; 3 – guleraşul (rămăşiţă din velum parţiale) (după Garibova et al., Gorlenko)

Genul ***Lepiota*** prezintă sporofori de talie mică sau mijlocie, cu pălăria sub 7 cm în diametru. Pălăria prezintă scvame conice sau cu aspect de croşetă. Piciorul are inel imobil, adesea caduc. Speciile din genul *Lepiota* au slabă valoare alimentară sau sunt toxice.

Macrolepiota procera (Pălăria şarpelui) (fig. 78-5). Este o ciupercă mare, cu pălăria de 15-30 cm diametru. Piciorul este înalt până la 40 cm, fistulos, acoperit cu zig-zaguri de solzi brun-închis, dispuşi concentric, luând aspectul de piele de şarpe. Carnea este moale, cu miros de miez de nucă. Creşte pe sol în păduri, perdele de protecţie etc. Este comestibilă, de foarte bună valoare alimentară.

Familia *Amanitaceae*

Această familie încadrează ciuperci saprotrofe tericole sau lignicole, adeseori alcătuind micorize ectotrofe, cu pălăria şi piciorul separabile, de consistenţă cărnoasă.

Pălăria, deseori este mamelonată, nudă sau cu resturi de văl general sub formă de scvame, verucozităţi sau mici petece membranoase. Piciorul, adesea, la bază cu volvă, iar la vârf cu inel membranos (rest al vălului parţial), uşor caduc.

Himenoforul este lamelar, cu lamele albe sau albicioase, libere şi rotunjite la vârf, neconcrescute cu piciorul.

Genul ***Amanita*** se recunoaşte prin pălăria şi piciorul nevâscoase. Lamele himenoforului sunt sinuoase. Prezintă ambele tipuri de velum. Sporii au membrana netedă, iar praful de spori este alb.

Specii comestibile:

A. rubescens (Cuci). Pălăria este brun-roșietică, de 6-15 cm în diametru. Carnea este la început albă, apoi se colorează în roz. Crește pe sol în păduri de foioase și rășinoase. *A. caesarea* (Crăițe) (fig. 78-2). Pălăria este cărnoasă de 10-20 cm în diametru, portocalie sau galbenă-portocalie. Piciorul este galben-auriu, cu inel și volvă membranoasă. Crește pe sol în stejărișuri și făgete. Are foarte mare valoare alimentară, ocupând locul întâi între ciupercile comestibile. Carnea este albă-gălbuie, cu miros și gust foarte plăcut. *A. spissa, A. vittadini* ș.a.

Specii toxice, otrăvitoare de *Amanita*

A. muscaria (Muscărița) (fig. 78-3). Pălăria este de un roșu aprins, portocaliu sau galben-portocaliu, de 5-20 cm în diametru. Pe suprafața ei se află numeroase pustule albe, care reprezintă resturi din velum universale. Piciorul este alb, de 10-20 cm, bulbiform la bază, cu volvă în formă de bureleți concentrici, rar la vârf cu inel alb persistent. Crește pe sol, în păduri. Este otrăvitoare și provoacă intoxicații ale sistemului nervos.

A. pantherina (Buretele pestriț). Pălăria este brună-cenușie sau brună-gălbuie, de 6-10 cm în diametru, cu pustule pufoase albicioase. Piciorul are 5-12 cm înălțime, alb, bulbiform la bază și cu volvă redusă. La vârf prezintă inel alb, fimbriat, persistent. Crește pe sol, prin păduri de foioase și este otrăvitoare, acționând asupra sistemului nervos.

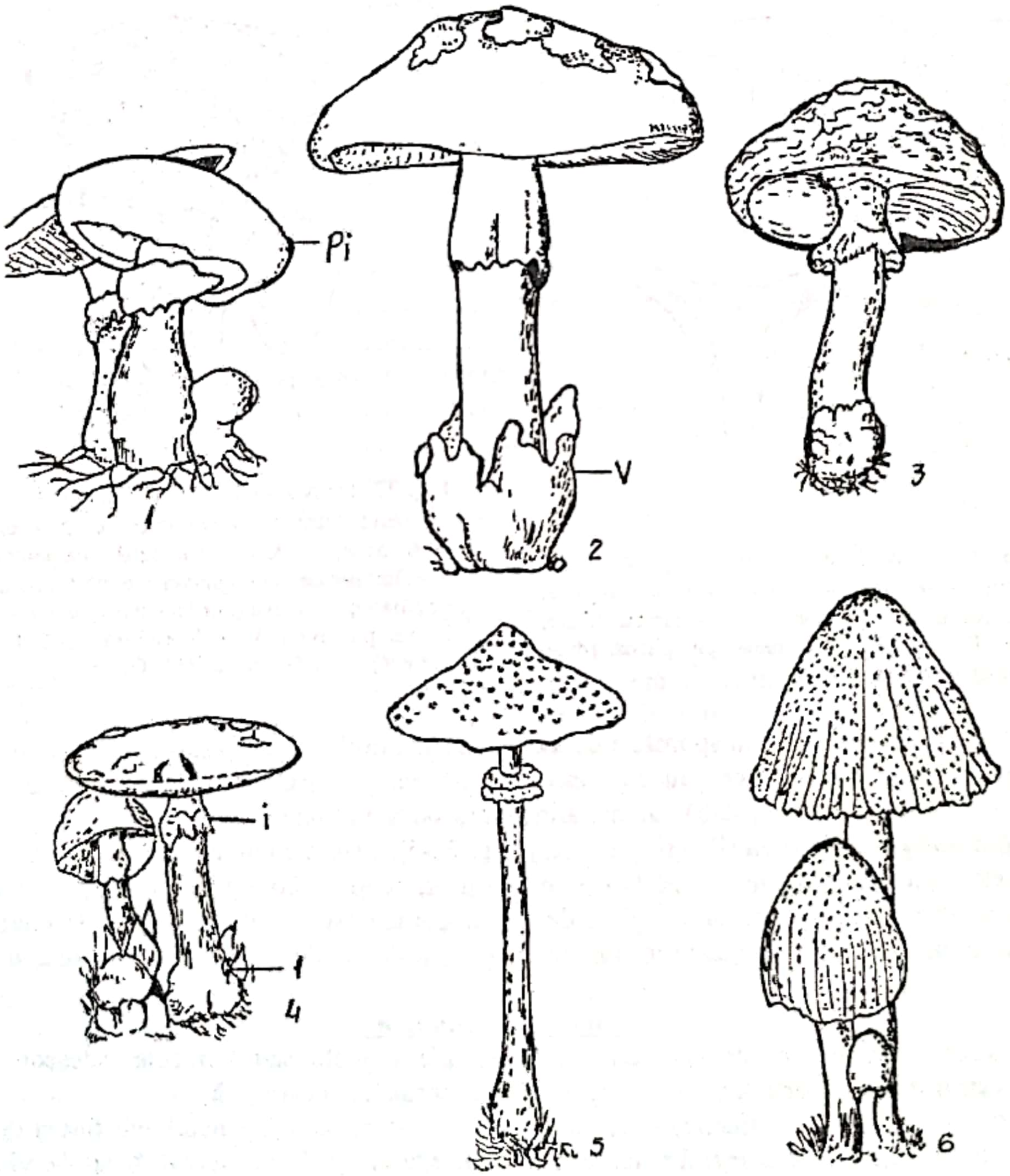


Fig. 78. *Agaricaceae, Amanitaceae, Coprinaceae*: 1 –*Agaricus* (*Psalliota*) *campestris* (s – stipes; p – pileus); 2 – *Amanita caesarea* (v – volva); 3 – *A. muscaria*; 4 – *A. phaloides* (i – inel = annulus; v – volva); 5 – *Macrolepiota procera*; 6 – *Coprinus atramentarius* (după Hodișan)

A. phaloides – Beretele viperei (fig. 78-4). Pălăria de 5-15 cm în diametru, de culoare verde-gălbuie, verde-cenuşie sau brun-măslinie, în stare umedă puţin vâscoasă, cu pieliţa străbătută de striuri negricioase sau brune, dispuse radiar, de la centru spre marginea pălăriei. Picior alb, gălbui sau verzui, uneori ca pielea viperei, de 8-15 cm înălţime, cu inel lat, alb sau alb-gălbui. Carnea albă cu gust dulce, foarte puţin înţepător. Creşte mai ales în păduri de stejar, pe sol dar şi în păduri de răşinoase. Este cea mai otrăvitoare specie, care provoacă intoxicaţii mortale. Spre deosebire de *A. muscaria* şi *A. pantherina*, la care simptomele intoxicaţiei apar imediat sau după câteva ore, când se poate interveni rapid prin spălături stomacale pentru prevenirea intoxicaţiilor, la *A. phaloides* simptomele apar târziu, după 10-12 ore de la consumare şi sunt foarte variate, atât asupra sistemului nervos cât şi gastrointestinal. După 6 zile de leşinuri frecvente survine moartea.

Alcaloizii toxici conţinuţi de aceste ciuperci sunt din grupa peptidelor ciclice (amatoxine şi falotoxine).

Alte două genuri: ***Pluteus*** şi ***Volvariella*** au praful de spori de culoare roză. *P. cervinus* creşte în păduri, pe cioate sau lemn putred. Sporoforii au pălăria extinsă, de culoare gri-cafenie, iar piciorul este lung şi subţire, fără volvă. Este comestibilă. Genul ***Volvariella*** prezintă volvă la baza piciorului şi cuprinde specii comestibile ca *V. esculenta* şi *V. volvacea*. Sunt cultivate pe paie de orez în unele ţări din Asia de Sud-Est.

Familia *Tricholomataceae*

Aceasta este cea mai mare familie a ordinului, cu 5 genuri şi circa 270 specii. Speciile sunt saprotrofe tericole sau lignicole, adeseori şi pe resturi de plante erbacee în putrefacţie. Uneori se întâlnesc şi specii parazite pe sporofori de *Russulaceae*, rareori ectomicorizante.

Sporoforii sunt diferenţiaţi în pălărie şi picior neseparabile, rareori în formă de scoică, disc sau cupă, cu sau fără văl general sau parţial.

Pălăria este cărnoasă până la membranoasă, cu lamele concrescute cu piciorul sau descendente. Sporii au membrana netedă, scabră mai rar aculeată. Praful de spori este de culoare deschisă: albă, gălbuie, roză, palid-gălbuie sau palid-brună. Carnea are gust amar, acrişor plăcut.

Genul ***Tricholoma*** cuprinde 37 specii, unele comestibile (*T. scalpturatum, T. terreum, T. atrosquomosum, T. columbetta* ş.a.), altele otrăvitoare (*T. albobrunneum* ş.a), iar cele mai numeroase nu sunt comestibile.

Genul ***Armillaria***[*] (*Armillariella*) cu *A. mellea* – Gheba de toamnă (fig. 79-1). Are pălăria convexă, de 3-10 cm în diametru, brună-gălbuie până la brun-roşcată, cu numeroase scvame cafenii. Lamele, de un alb-murdar sau gălbui, sunt adesea pătate în brun-roşcat. Picior brun-gălbui sau brun-negricios, fibros şi elastic, rezistent la rupere, prezintă inel membranos alb, pătat cu galben pe margine. Carnea este subţire, albă, în stare proaspătă cu gust amar. Creşte în grupuri, pe trunchiuri şi rădăcini de arbori foioşi şi răşinoşi. Este saprotrofă sau parazită. Prezintă rizomorfe care străbat lemnul şi îl distrug prin putrezire. Are valoare comestibilă bună. *A. bulbosa* creşte pe o suprafaţă de 30 acri într-o pădure din statul Michigan (SUA). Talul (rizomorfele şi sporoforii) acestei ciuperci este evaluat la circa 10 tone şi are vârsta de circa 1.500 ani (după Alexopoulos et al. 1996). Prin greutatea şi vârsta sa acest specimen de *A. bulbosa* poate fi comparat cu giganţii animali (balenele) sau vegetali (unii arobori uriaşi). *A. ostoyae* creşte pe 600 hectare în statul Washington şi se estimează a avea o vârstă de aproximativ 1.000 ani.

Genul ***Clitocybe*** are numeroase specii, dintre care comestibile sunt *C. vermicularis, C. geotropa* ş.a., altele sunt toxice, otrăvitoare: *C. dealbata, C. rivulosa* ş.a.

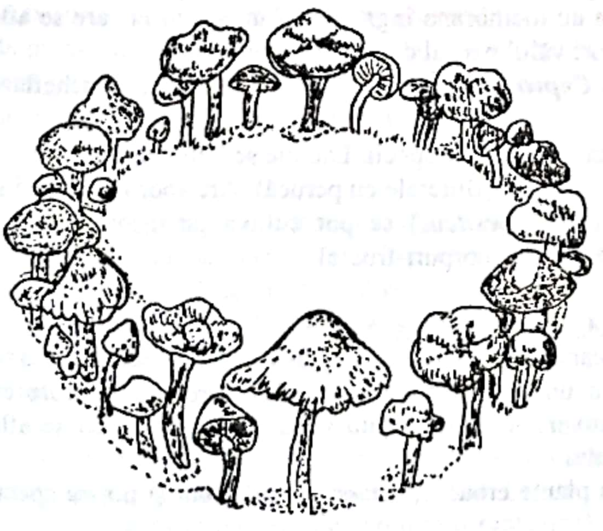


Fig. 80. „Inelul vrăjitoarei" format de carpoforii ciupercii *Marasmius oreades* (după Garibova et al., din Gorlenko)

---

[*] Uneori la *Marasmiaceae*

La genul ***Marasmius***[*] sporoforii nu putrezesc ci se usucă. *M. oreades* (Bureți de rouă, Bureciori) sunt ciuperci mai mici, cu pălăria de 2-5 cm în diametru, de culoare brun-deschisă sau crem-brună, cu carnea subțire, cu miros și gust plăcut. Crește pe sol, în cercuri concentrice formând așa-zisele „inele de vrăjitoare" (fig. 80) prin pajiști, locuri înierbate, margini de pădure etc. Este comestibilă ca și *M. scorodonius*.

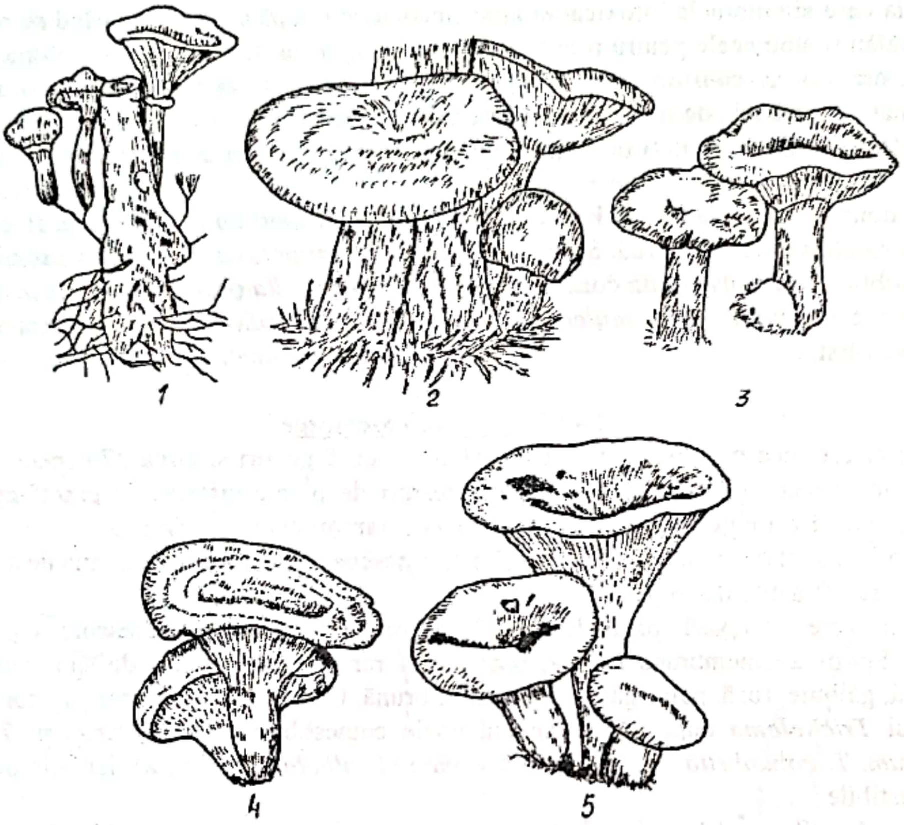


Fig. 79. 1 – *Armillaria mellea* (*Armillariella mellea*); 2 – *Russula vesca*; 3 – *R. emetica*; 4 – *Lactarius deliciosus*; 5 – *L. piperatus* (după Hodișan)

Familia *Coprinaceae*

Reprezentanții sunt specii saprotrofe de litieră, lemn în putrefacție, altele sunt coprofile, cu sporoforii suculenți, fragili, adesea de scurtă durată.

Pălăria este ovată sau campanulată, puțin cărnoasă, cenușie sau brunie. Himenoforul prezintă lamele concrescute cu piciorul sau descendente, mai rar libere, de culoare neagră. Sporii au culoare neagră, măslinie, brună-violetă sau brun-închisă și au membrana îngroșată. Sunt specii la care se află atât văl total cât și parțial, însă de cele mai multe ori vălul parțial dispare repede.

Carnea este fragilă, iar la speciile genului ***Coprinus*** sporoforul, după câteva ore, se lichefiază și dispare cu totul.

Genul ***Coprinus*** (fig. 78-6) include cele mai numeroase specii. Lamele se lichefiază de timpuriu și produc un lichid negru ca cerneala. *C. comatus* (Buretele cu perucă). Are sporoforii mari și este comestibilă în stadiul tânăr. Unele specii (*C. domesticus*) se pot cultiva pe medii nutritive artificiale și se pot obține în timp relativ scurt și sporoforii (corpuri-fructe).

Familia *Strophariaceae*

Încadrează ciuperci cu spori de culoare caracteristică, de la negru-liliachiu până la cafeniu-deschis-liliachiu. Sporii au membrana netedă, cu un por. Lamele sunt semilibere, concrescute cu piciorul sau puțin decurente pe acesta. Velum universale lipsește totdeauna. La unele specii se află velum partiale, care lasă gulerașul la vârful piciorului.

Sunt specii saprotrofe pe lemn, resturi de plante erbacee, rareori pe sol. Sunt și puține specii parazite pe arbori.

---

[*] În sistemele recente este încadrat la fam. *Marasmiaceae*, ord. *Agaricales*.

Saprotrofe pe lemn: genurile: ***Hypholoma*** (*H. fasciculare, H. sublateritium*); ***Pholiota***, ***Kuehneromyces*** (*K. mutabilis* – Gheba de vară). Aceasta din urmă creşte spontan pe lemnul unor arbori, dar a fost luată şi în cultură în unele ţări europene. În cultură se mai întâlneşte şi ***Stropharia rugoso-annulata***, pe paie, tulpini şi frunze de cartof.

Familia *Cortinariaceae*

Reprezentanţii familiei, în majoritate, sunt ciuperci silvicole, ectomocorizante. Prezintă velum partiale arahnoid, mai rar mucilaginos sau scarios. Inelul lăsat de acesta dispare repede. Lamele sunt concrescute, uneori descendente. Sporii, de culoare ruginiu-brună, sunt lipsiţi de por. Larg răspândite prin păduri de molid sunt speciile genurilor ***Cortinarius*** şi ***Inocybe***.

Fam. *Secotiaceae* şi **fam. *Podaxaceae*** includ specii care trăiesc preponderent în ţinuturi de stepă, la care se formează sporofori gastroizi. Cu toate acestea, sunt înrudite, prin mai multe caractere de tranziţie sau concordante, cu familiile anterioare din acest ordin.

2.2. Ordinul *RUSSULALES*

Ciupercile din acest ordin se caracterizează prin ornamentaţia amiloidă a sporilor, prin cuiburi de celule sferice (sferociste) între hife lax împletite şi prin laticifere şi cistide care se albăstresc prin tratarea cu anilină – acid sulfuric. De asemenea, corpurile-fructe (sporoforii) sunt foarte diferite şi greu de confundat.

Familia *Russulaceae*

Familia încadrează ciuperci tericole ectomicorizante. Miezul sporoforilor este fragil, alcătuit din două feluri de hife: subţiri şi groase. Lamele sunt concrescute, iar la maturare aproape libere, sfărâmicioase, rar elastice, albe, crem sau gălbui, mai rar viu colorate. Praful sporilor este alb, crem, galben-auriu uneori aproape roz. Piciorul este lipsit de volvă şi inel, iar pălăria de cortină.

Familia încadrează două genuri, cu peste 250 de specii.

Genul ***Russula*** cuprinde circa 150 de specii, care la rănire nu secretă latex. Lamele sunt egale sau inegale, adesea la vârf bifurcate. *R. vesca* (Pâinea pământului) (fig. 79-2) este specie comestibilă, care creşte în grupuri pe sol, prin păduri de foioase şi răşinoase. Pălăria este brun-roşiatică, de 5-10 cm în diametru, cu pieliţa uşor separabilă de miez. Carnea albă are gust de alune. *R. emetica* (Pâinişoară piperată) este specie otrăvitoare, ai cărei alcaloizi atacă sistemul nervos. Are o pălărie roşie ca sângele, puţin vâscoasă. Carnea este albă, sub pieliţa pălăriei de culoare roz, cu gust acru sau piperat, persistent. Creşte pe sol, în mlaştini şi turbării din etajul montan, prin pădurile de foioase, mai rar de conifere.

Genul ***Lactarius*** prezintă lame inegale. În sporofori prezintă hife laticifere, care la rănire secretă un latex colorat, mai rar apos. *L. piperatus* (Buretele lăptos, Buret iute, Iuţar) (fig. 79-5) are pălăria convexă sau pâlniată, albicioasă, adesea cu pete gălbui. Piciorul este scurt şi subţire, alb, plin, tare. Latexul alb, foarte piperat, în contact cu aerul sau prin fierbere se înverzeşte. Creşte în păduri de foioase, pe sol, şi este comestibilă, după fierbere sau prăjire. *L. deliciosus* (Râşcov) (fig. 79-4) prezintă latex roşu-portocaliu, care în contact cu aerul se înverzeşte. Pălăria, la început convexă, apoi în formă de pâlnie, de culoare galben-portocalie, cu zone concentrice mai închise, care până la urmă devine în întregime verzuie. Piciorul este fistulos, de aceeaşi culoare cu pălăria. Creşte în grupuri, prin păduri de fag şi răşinoase şi este comestibilă.

2.3. Ordinul *BOLETALES*

Acest ordin încadrează ciuperci cu sporofori variaţi, ca de altfel şi himenoforii. Evoluţia în cadrul ordinului a pornit de la reprezentanţi care trăiesc pe lemn şi produc putregaiul brun. Au sporofori în formă de cruste, stâns alipite de substrat şi cu himenofori netezi (genul *Coniophora*) sau în formă de fagure la *Serpula lacrymans* (Buretele de casă). Tot specii lignicole sunt şi cele la care a apărut următorul tip de sporofor, în formă de pălărie cu picior şi cu himenofor lamelar (genul *Omphalotus*).

Treptat, s-a trecut la o specializare progresivă a nutriţiei, pe un anumit tip de lemn. Acest aspect se poate urmări la genul *Paxillus*. De exemplu *P. atrotomentosus* creşte pe lemn de la mai multe specii; *P. involutus* este legat de anin (*Alnus sp.*) cu care formează micoriza.

Treapta următoare de evoluţie o reprezintă ciupercile cu pălărie cu himenofor din lamele sau intermediar - lamele-tuburi. La *Phylloporus*, himenoforul este lamelar, dar subîmpărţit în cămăruţe prin numeroase legături transversale.

La genul ***Gomphidius*** himenoforul este lamelar, dar caracterele chimice şi microscopice sunt ale ciupercilor cu himenofor tubulos (de la *Boletus*).

Reprezentanţii cu himenofor tubular se deosebesc de cei de la *Polyporales* (*Polyporus*), *Thelephorales* (*Boletopsis*), *Hymenochaetales* (*Coltricia*), la care acest tip de himenofor a apărut independent şi convergent, prin câteva caracteristici: viaţa scurtă a sporoforilor, care nu cresc în jurul corpurilor străine, tuburi uşor detaşabile de miezul pălăriei, alţi pigmenţi precum şi alte microcaractere. Sporii sau/şi hifele sunt pigmentate prin pigmenţi specifici de tipul derivatelor acidului pulvinic. Culoarea albastră, des observabilă a sporoforilor de la unele specii de *Boletales*, este condiţionată de aceşti pigmenţi în prezenţa oxidazelor.

Cele mai evoluate corpuri-fructe (sporofori) sunt cele gastroide. Acestea se întâlnesc la reprezentanţi care sunt adaptaţi la soluri vulcanice cu o perioadă mai îndelungată de climă uscată. De exemplu, la specii ale genului ***Gastroboletus*** din America se poate urmări trecerea de la forme cu picioruş evident spre forme cu picioruş din ce în ce mai scurt, dezorganizarea himenoforului tubular, închiderea corpului-fruct între pălărie şi picioruşul foarte scurt şi formarea sporoforului gastroid. În final se ajunge la fructificarea subterană la genurile hipogeice ***Rhizopogon*** şi ***Truncocolumella***.

Din acest ordin se vor prezenta câteva familii: *Coniophoraceae*, *Boletaceae*, *Paxillaceae* şi *Gomphidiaceae*.

Familia *Coniophoraceae*

Sporoforii sunt în formă de crustă, strâns alipit de substrat, şi au culoare cafeniu-închis sau brun-ruginie. Himenoforul este neted dar poate fi şi cu asperităţi, plicat, reticular-labirintiform sau aproape poros.

Genurile ***Coniophora*** şi ***Serpula*** se deosebesc prin structura himenoforului. La *Coniophora* himenoforul este neted, tuberculat sau plicat. *C. puteana* descompune lemnul din construcţii.

Genul ***Serpula*** prezintă himenofor reticulat-plicat sau reticular-poros, provenit din cutele dispuse des şi care formează tubuşoare. *S. lacrymans* (*Merulius lacrymans*) (Buretele de casă) este o ciupercă saprotrofă, care hidrolizează celuloza lemnului, care ulterior se desface în bucăţele cubice. Miceliul, sub formă de rizomorfe sau pelicule, se răspândeşte repede în lemn şi pe suprafaţa lui, ducând la putrezirea construcţiilor din lemn. Sporoforul are aspect de placă, de până la 1 m^2, care creşte repede şi are consistenţă cărnoasă, moale. La început are culoarea galbenă, apoi devine brun-ruginiu, cu marginea pufoasă, albă.

Pe suprafaţa sporoforilor se observă un exudat asemănător unor lacrimi, de unde a derivat denumirea populară a speciei.

Măsurile care se recomandă pentru prevenirea atacului acestei ciuperci, deosebit de dăunătoare, sunt folosirea pentru construcţii a lemnului uscat şi în prealabil tratat cu antiseptice. O dată instalată, ciuperca devine foarte greu de combătut. La repararea construcţiilor este obligatoriu să se îndepărteze şi să se ardă părţile atacate.

Familia *Boletaceae*

Majoritatea speciilor (circa 250) sunt specii silvicole, care formează micorize ectotrofe cu plante lemnoase. Sunt ciuperci cu pălărie şi picior. Piciorul este central, rareori excentric, neted sau reticulat, uneori cu inel membranos sau vâscos. Himenoforul este tubular, iar himeniul tapisează interiorul tuburilor. După origine, himenoforul este înrudit cu cel lamelar şi se desprinde uşor de carnea pălăriei. Culoarea unui spor nu poate fi stabilită din cauza dimensiunilor mici ale acestuia. De aceea, se ia în considerare culoarea masei de spori, care cad de pe himenofor pe o hârtie albă sau neagră. La *Boletaceae*, culoarea prafului de spori este brună, brună-măslinie, galbenă sau roză.

Din cele circa 17 genuri, mai răspândite şi mai cunoscute sunt speciile genului *Boletus*.

Genul ***Boletus*** încadrează mai multe specii silvicole larg răspândite. *B. edulis* (Hribul) are pălăria glabră, brun-închisă sau deschisă, de 7-25 cm în diametru, cu carnea albă, cu gust şi miros plăcut. Creşte în păduri şi are mare valoare alimentară. Specia prezintă mare variabilitate, atât ecologică (după specia de arbori cu care formează micorize) cât şi morfologic (culoarea pălăriei, prezenţa sau absenţa reţelei de nervuri de pe picior etc.). Varietatea de molid (tipică) are pălăria brun-cafenie; cea de pin, brună-vişinie până la roşietică; cea de mesteacăn cu pălăria albă, albicioasă, sau galbenă; cea de stejar are pălăria cu diferite nuanţe de gri. *B. reticulatus* (Mânătarca) are pălăria crem-brunie cu himenoforul la început alb şi apoi galben-verzui. Piciorul este robust, de culoarea pălăriei. Carnea albă este repede atacată de larve şi se descompune. În faza tânără are gust şi miros plăcut, având mare valoare alimentară. Creşte în păduri de stejar. Alte specii comestibile: *B. granulatus*

(Pitoancă) are pălăria gălbuie, apoi brună cu picături lăptoase la suprafață; *B. appendiculatus, B. aereus, B. pinicola. B. satanas* (Hribul țigănesc) are pălăria cenușie-argintie până la cenușie-olivacee, de 10-30 cm diametru. Carnea albicioasă, prin rupere se albăstrește ușor, iar în picior se înroșește ușor. Piciorul este scurt, gros, umflat, galben, iar la mijloc cu o zonă roșie-carmin. Se află prin făgete, pe soluri calcaroase. Este specie toxică. Provoacă intoxicații gastrointestinale trecătoare.

Alte genuri: ***Suillus, Xerocomus*** ș.a.

Familia *Paxillaceae*

Familia încadrează circa 20 specii cu pălărie și picior. Himenoforul este lamelar, iar lamelele sunt ramificate și unite între ele prin numeroase anastomoze ce formează o rețea. Lamele sunt decurente pe picior. Sporii sunt netezi, fără pori. Culoarea prafului de spori variază de la alb până la ocru.

Mai larg răspândite sunt câteva specii ale genului ***Paxillus:*** *P. involutus, P. atrotomentosus, P. filamentosus* ș.a. la care se poate urmări o specializare treptată a modului de nutriție micorizantă cu anumite specii lemnoase.

Familia *Gomphidiaceae*

Familia încadrează ciuperci cu sporoforii mucilaginoși și himenoforul lamelar. Lamelele sunt groase, concrescute, bifurcate la capete, de consistență ceroasă. Vălul parțial lasă la vârful piciorului un inel mucilaginos. Sporii sunt netezi și au culoarea brun-închis. Prin păduri de pin, prin lunile august, septembrie, se întâlnește specia ***Gomphidium glutinosus***.

II. Caractere generale ale gasteromicetelor
(Supraordinul *LYCOPERDANAE* și (supra)- ordinul *PHALLALES*)

Aici sunt reunite tipicele „*Gasteromycetes*" (Ciuperci bombate, cu burtă). Corpurile-fructe (sporoforii) sunt de tip angiocarp, gastroide, închise cel puțin în tinerețe. Acestea au forme și dimensiuni diferite. Inițial, acestea sunt sferice, piriforme, ovoide, tuberculiforme sau cilindrice. La speciile unor genuri (*Lycoperdon, Calvatia, Bovista*) această formă se păstrează până la maturare. La cele mai numeroase gasteromicete, pe măsura maturării, sporoforii își schimbă forma și capătă aspect de cupă, farfurioară, stea, pălărie cu picior.

Diametrul sporoforilor variază de la 2-3 mm până la 60-70 cm, cu greutatea de 12 (13) Kg (*Langermannia gigantea*). Un astfel de corp-fruct formează până la 7,5 trilioane de spori, cam cât 400 sporofori de *Agaricus campestris* (după Sidorova, din Gorlenko, 1990).

Sporoforii pot fi subterani, tuberculiformi, semisubterani și tericoli. Cei tericoli pot fi sesili (la *Bovista*), cu picior fals (la *Lycoperdon*) sau cu picior adevărat (la *Phallus, Tulostoma*) numit receptacul.

Sporoforii sunt alcătuiți din două părți: peridia și gleba.

Peridia este învelișul corpului-fruct și poate fi formată din unul, două sau mai multe straturi.

Gleba este partea internă fertilă a sporoforului. În fazele timpurii ale dezvoltării, gleba este albă sau surie, iar pe măsura formării și maturării sporilor, ea capătă culori închise: olivacee, brună, cafenie etc. Gleba tânără este spongioasă, omogenă și cu trecerea timpului în aceasta se formează camere (cavități) de diferite forme. Suprafața camerelor este tapisată cu himeniu format din bazidii cu bazidiospori, așezați pe sterigme lungi. Printre bazidii se află hife ramificate care alcătuiesc capilitium. Acestea reprezintă resturi din hifele lungi ale tramei. Capilitium are rolul de a împiedica aglutinarea bazidiosporilor maturi. Camerele sunt despărțite una de alta prin porțiuni sterile de glebă numite tramă, care constă din împletituri de hife lungi.

Tipul de dezvoltare a glebei este lacunar sau coraloid.

La maturarea sporilor, trama și bazidiile se distrug, iar bazidiosporii stau liberi, înconjurați de peridie. În acest stadiu gleba se transformă într-un praf alcătuit din bazidiospori și capilitium, peridia crapă sau se descompune într-un mod caracteristic, asigurând astfel împrăștierea sporilor.

La gasteromicete sunt câteva tipuri de dezvoltare și aranjare a stratului sporifer în glebă (fig. 81):

1. Tipul uniform, când nu se formează himeniu, iar bazidiile sunt împrăștiate uniform în glebă, printre împletiturile de hife (la genul *Tulostoma*).
2. Tipul lacunar. În țesutul primar apar crăpături sau camere închise, iar bazidiile sunt dispuse neordonat pe pereții acestora (genurile *Scleroderma, Nidularia*).

3. Tipul coraloid. În centrul glebei se află un țesut steril numit stil, iar spre periferie cavități, pe pereții cărora se află stratul himenial (genurile *Lycoperdon, Geastrum* ș.a.).

4. Tipul multipileat (cu mai multe pălării) la care, în câteva locuri ale corpului-fruct, se formează independent porțiuni sporifere (la genul *Clathrus*).

5. Tipul unipileat (cu o pălărie). Prima cameră a glebei se diferențiază ulterior în gleba primară și vârful stilului. Lamelele tramei se ramifică formând anastomoze, astfel că apar mai multe cămăruțe tapetate cu himeniu. Se întâlnește numai la gasteromicete cu sporofori tereștri, care asigură creșterea receptaculului (piciorușului) și ridicarea glebei de la o anumită înălțime deasupra solului, ușurând împrăștierea sporilor.

Evoluția sporoforilor a urmat calea elaborării diferitelor sisteme de diseminare a sporilor. La gasteromicetele cu corpuri-fructe subterane, eliberarea sporilor se face prin intermediul animalelor care consumă acesti sporofori. Sporii trec nevătămați prin tubul digestiv și sunt eliminați odată cu excrementele. La formele cu sporofori tereștri, eliminarea sporilor se face prin orificii (pori) solitare sau numeroase, prin crăpături longitudinale sau apărute în zona ecuatorială. Astfel, la speciile de stepă și semideșert ale genului *Battarea*, în urma apariției unei fâșii longitudinale în regiunea ecuatorială a sporoforului, masa de spori rămâne dezvelită și astfel sunt ușor luați și împrăștiați prin intermediul vântului. Uneori corpurile-fructe se rup de pe substrat, sunt rostogolite de vânt și diseminează astfel sporii. Alteori sporii sunt diseminați prin intermediul insectelor atrase de mirosul neplăcut, de cadavru, al sporoforilor sau de culorile vii ale acestora (la *Phallales*).

Sporii se maturează treptat și, tot în trepte, sunt eliberați din sporofori.

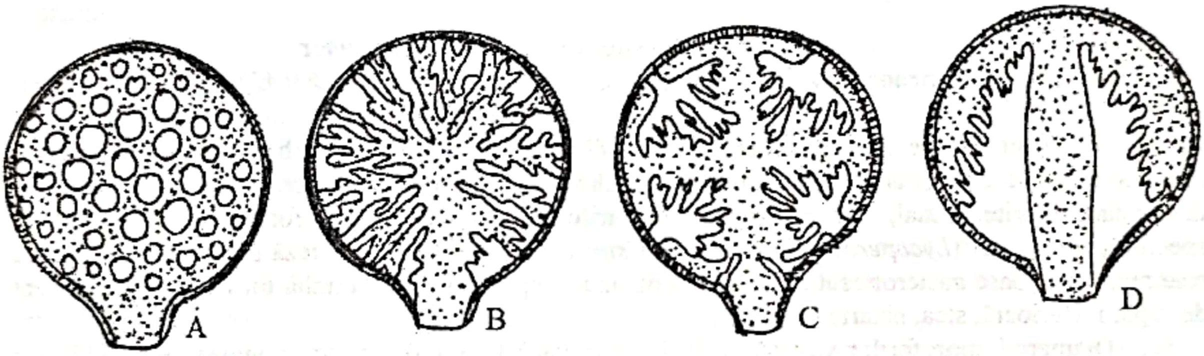


Fig. 81. Tipuri de glebă la gasteromicete: A – lacunar; B – coraloid; C – multipileat; D – unipileat (după Garibova et al., din Gorlenko)

Grupele ecologice ale gasteromicetelor

După substratul pe care se dezvoltă, gasteromicetele se împart în patru grupe ecologice.

1. Lignicole sau xilofile. Acestea trăiesc pe lemn mort, ± intrat în putrefacție (ca de ex. specii ale genurilor *Lycoperdon, Cyathus* ș.a.). Acestea au rol ecologic important în redarea circuitului naturii a unor elemente chimice din compoziția lemnului.

2. Sprotrofe de sol sunt majoritatea gasteromicetelor. Acestea pot fi specii de pădure, de luncă, de stepă și chiar higrofile (ca de ex. unele specii ale genurilor *Lycoperdon, Geastrum, Calvatia* ș.a.). În această grupă se încadrează și speciile silvicole cu sporofori subterani (ex. *Melanogaster*). Altele sunt mezofile sau mezoxerofile și trăiesc în locuri deschise (ord. *Tulostomatales* și *Podaxales*).

3. Specii ectomicorizante sunt cele ce aparțin genului *Scleroderma* și o parte dintre cele cu sporofori subterani.

4. Parazite pe rădăcinile plantelor superioare.

Rhizopogon parasiticus, specie parazită pe rădăcinile unor specii de pin din America de Nord.

Multe gasteromicete cresc în regiunile calde ale globului, în locuri deschise și sunt specii xerofile și termofile.

Calea evoluției în cadrul gasteromicetelor a fost de la cele cu sporofori subterani spre cele cu sporofori epigeici. La cei epigeici se poate urmări diferențierea treptată a părții sterile, care sub formă de picior numit receptacul, ridică la o oarecare distanță față de sol partea fertilă (gleba) cu implicații favorabile asupra diseminării mai eficiente a bazidiosporilor (fig. 82).

Sistematica. Gasteromicetele încadrează supraord. *Lycoperdanae* și (supra)- ord. *Phallales*. În sistemele mai recente de clasificare, supraordinul *Lycoperdanae* include trei ordine: *Lycoperdales, Geastrales* și *Nidulariales*.

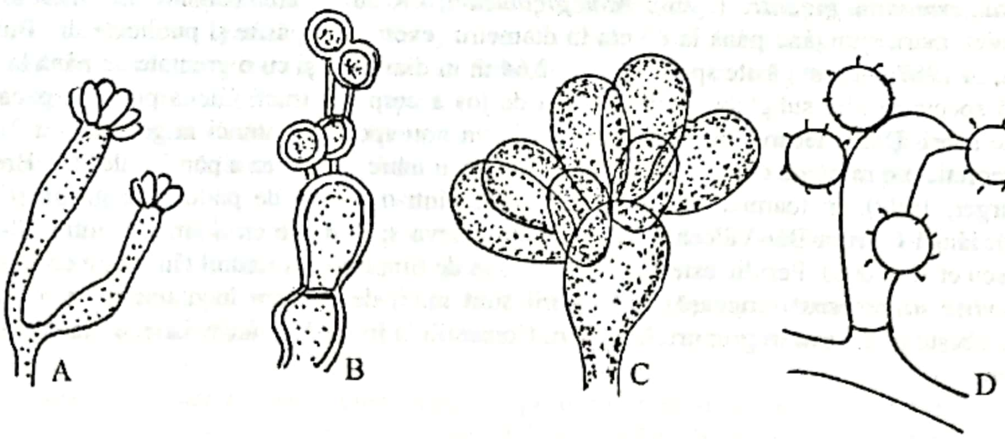


Fig. 82. Modul de grupare a sporilor pe bazidii la gasteromicete. A – *Phallus*; B – *Lycoperdon*; C – *Sphaerobolus*; D – *Tulostoma* (după Garibova et al., din Gorlenko)

2.3. Supraordinul *LYCOPERDANAE*

3.1. Ordinul *LYCOPERDALES*

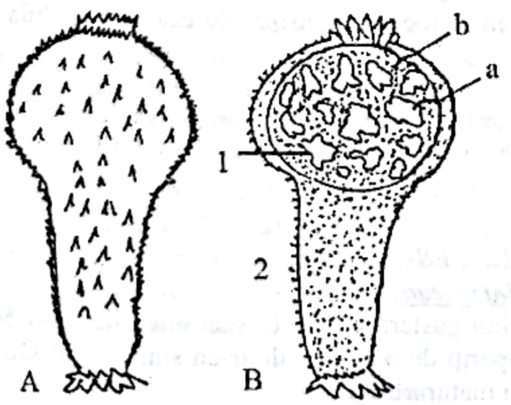
Corpurile-fructe gastroide, de formă sferică, piriformă sau de stea, trăiesc subteran numai în stadiile timpurii de dezvoltare. Acestea sunt sesile sau baza lor sterilă se alungeşte în formă de piciorus. La exteriorul acestora se află, de regulă generală, un înveliş din două straturi, care alcătuiesc peridia. Stratul extern poartă numele de exoperidie. La sporoforii ajunşi la maturare exoperidia este de obicei fragilă şi caducă de timpuriu. Ea se sparge la maturarea carpoforului şi bucăţi din aceasta rămân sub formă de granule, negi sau ţepi pe endoperidie (stratul intern) care este pieloasă, rezistentă. Endoperidia se deschide la maturare printr-un por apical, sau la unele genuri se rupe în mai mulţi lobi dispuşi în mod neregulat (fig. 84). În acest stadiu de maturare gleba are aspect de masă pulverulentă, alcătuită din bazidiospori şi fibre-glebă (capilitium). Bazidiosporii nu sunt azvârliţi în afară în mod activ, ci numai după descompunerea bazidiilor.

Ordinul include 18 genuri cu numeroase specii, foarte variate după locul de trai: de pădure, pajişti, stepă, pustiuri, încadrate în două familii: *Lycoperdaceae* şi *Sclerodermataceae*.

Familia *Lycoperdaceae*

În România se află 7 genuri cu circa 30 de specii.

Genul ***Lycoperdon*** se caracterizează prin faptul că endoperidia se deschide la maturare printr-un por evident. *L. pyriforme* (Pufai, Pufulete, Caşul popii) are sporofori piriformi, de culoare alb-brun, de 3-7 cm înălţime şi 2-4 cm în diametru. La bază se află un receptacul foarte scurt, în care se află o pseudocolumelă ce susţine gleba. Creşte în grupuri pe trunchiuri putrede de foioase şi conifere. *L. perlatum* (*L. gemmatum*) (Pufai) (fig. 83) are sporoforii mai mari decât cei de la specia precedentă. Gleba este iniţial albă, apoi de culoare gălbuie. La bază prezintă un picior foarte scurt, uşor curbat. Creşte în grupuri, mai ales în tăieturi de pădure de conifere şi foioase, de primăvara până toamna târziu. În tinereţe ambele specii sunt comestibile, mai târziu devin toxice.



Genul ***Calvatia*** se recunoaşte prin faptul că endoperidia se deschide la partea superioară printr-o ruptură neregulată. *C. excipuliformis* (*Lycoperdon saccatum*) are sporofori mari, de 8-20 cm înălţime, diferenţiaţi în cap şi picior distincte. Aceştia sunt la început albicioşi, iar la maturare devin brun-gălbui. Creşte pe sol în păduri de foioase şi răşinoase. Este comestibilă.

Fig. 83. Carpoforul ciupercii *Lycoperdon perlatum* . A – aspectul exterior al carpoforului acoperit de peridie; B – secţiune longitudinală în carpofor: 1 – gleba (a – camere, b – tramă); 2 – piciorul steril (după Soó)

Langermannia gigantea (*Lycoperdon giganteum*) - Răsuflătoarea pământului. Sporoforii sunt sferici-ovoizi, mari, ajungând până la 80 cm în diametru (exemplare găsite şi publicate din Bulgaria). În Canada, în 1987, au fost găsite specimene de 2,64 m în diametru şi cu o greutate de până la 22 Kg. La această specie se află subgleba sterilă, partea de jos a corpului-fruct. Gleba produce până la 7,5 bilioane de spori. Dacă fiecare spor s-ar dezvolta la un nou sporofor, atunci la generaţia a 21-a s-ar produce (teoretic!) o masă de ciuperci de circa 800 ori mai mare decât cea a pământului (A. Bresinsky in Strasburger, 1999). În toamna anilor 1993 şi 1995, într-o lizieră de pădure de gorun (*Quercus polycarpa*), lângă Govora-Băi-Vâlcea, au fost găsite câteva specimene cu diametrul între 18-36 cm. (Gh. Popescu et al., 2003). Peridia este fragilă şi se rupe de timpuriu. În stadiul tânăr este comestibilă.

Bovista nigrescens (Gogoaşă). Sporoforii sunt mici, de 3-6 cm în diametru şi nu prezintă receptacul. Creşte izolat sau în grupuri, în pajişti. Comestibilă în stadiul tânăr. La această specie nu se află subglebă.

Familia *Sclerodermataceae*[*]

Familia încadrează ciuperci tericole ectomicorizante, cu sporofori sferici, reniformi sau tuberculiformi sesili, rareori cu un picioruş fals, scurt. Peridia este formată dintr-un singur strat, la maturare îngroşat, întunecat la culoare, compact, crustos-suberos. La faza de maturare se deschide printr-o ruptură neregulată. Gleba, la început este albă, suculentă, compactă este compartimentată prin cordoane sterile în numeroase cămăruţe puţin diferenţiate. La maturare gleba are culoare brună sau neagră, plină, cu bazidiospori, lipsită de capiliţiu.

Scleroderma aurantium (*S. citrinum*) (Buretele cerbilor). Sporoforii sunt sferici, sesili, de 5-10 cm în diametru, de culoare galbenă sau galben-brună. Peridia se deschide la vârf prin lobi inegali. Creşte în păduri, pe soluri nisipoase sau pietroase. Nu este comestibilă.

Pisolithus tinctus a fost folosită odinioară pentru prepararea unei vopsele galbene. Face parte dintre fungii endomicorizanţi.

3.2. Ordinul *GEASTRALES*

Familia *Geastraceae*

Familia încadrează ciupercile saprotrofe tericole, cu sporofori globuloşi sau bulbiformi, care mai târziu devin stelaţi. Conformaţia aceasta ultimă o primesc datorită faptului că părţi din exoperidie se desprind în formă de stea şi eliberează astfel endoperidia sferică, pergamentoasă, cu gleba în ea. O deosebire faţă de *Lycoperdales* este că hifele din glebă poartă la septurile lor anse. Bazidiile sunt bombate şi poartă, de regulă generală, mai mulţi bazidiospori pe sterigme scurte. Eliberarea bazidiosporilor se face printr-un orificiu în endoperidie, înconjurat de un peristom fimbriat.

Genul ***Geastrum*** – Steaua pământului. Prezintă un singur orificiu la partea superioară. *G. pectinatum* (fig. 84) are sporofori bruni, de 4-8 cm în diametru. Creşte în păduri de răşinoase. Nu este comestibilă.

Astraeus hygrometricus[*] – Steaua pământului. Sporoforii de 5-6 cm în diametru sunt bruni-cenuşii, cu exoperidia deschisă în 8-15 lobi higroscopici. Pe timp umed se îndoaie în jos, iar pe timp uscat în sus, acoperind endoperidia. Se întâlneşte în păduri în locuri pietroase. Nu este comestibilă. Formează micorize.

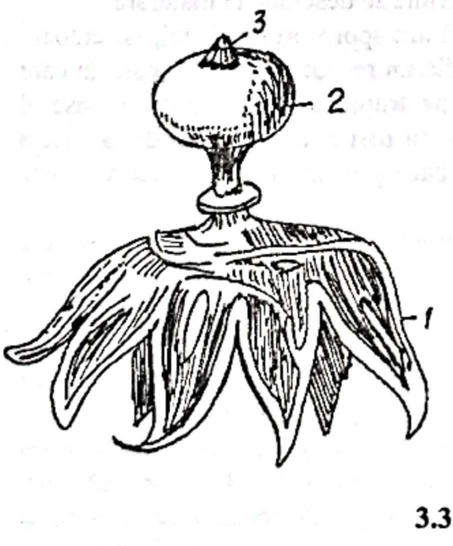


Fig. 84. Carpoforul de la *Geastrum pectinatum*: 1 – exoperidie; 2 – gleba acoperită de endoperidiu; 3 – peristom (după Garibova et al., din Gorlenko)

3.3. Ordinul *NIDULARIALES*

Familia *Nidulariaceae*

Sporoforii acestor ciuperci se deosebesc de cei ai altor gasteromicete. Ei sunt mici (de 0,5-1,5 cm), sesili, în formă de pâlnie, cupă sau clopoţel. Sunt acoperiţi de o peridie dintr-un singur strat sau mai multe straturi. În tinereţe sunt acoperiţi de un văl care la maturare cade.

---

[*] Uneori încadrată la un ordin propriu *Sclerodermatales*, legat prin unele caractere de *Boletales*.

[*] După unii autori, încadrat la *Sclerodermataceae*, alteori la *Geastraceae*.

Gleba este compartimentată în mai multe unități numite peridiole, dispuse ca ouăle într-un cuib (de aici denumirea familiei: gr. nidus – cuib). Peridiolele se formează în urma distrugerii tramei sterile, care se află între camerele cu himeniu. Straturile tramei, ce înconjoară camerele, se întăresc și formează peridia peridiolelor cu bazidiospori.

Peridiolele sunt sferice sau în formă de lentile, sunt colorate în brun-închis și conțin bazidii cu bazidiospori, fără capilitium. Peridiolele cad din sporofori și prin ruperea peridiei, eliberează bazidiosporii.

Sunt ciuperci saprotrofe, lignicole sau tericole (mai rar). Ele se formează pe arbori morți, crengi moarte, lemn în putrefacție, resturi de plante erbacee.

Genurile mai importante sunt: ***Nidularia, Cyathus, Sphaerobolus, Crucibulum***.

Nidularia gramilifera (Scăfiță) crește pe lemn putred. Are sporofori subglobuloși, apoi în formă de titirez.

Cyathus striatus (Muierța pământului). Sporoforii sunt în formă de degetar, de 1-1,6 cm înălțime. Se întâlnește sporadic pe sol, lemn putred, frunze căzute, în păduri de foioase și conifere.

Genul ***Sphaerobolus***[*] are carpofori cât o sămânță de muștar (de 1-2 mm lățime). Cresc în grup și conțin numai o singură peridiolă. La *S. stellatus* peridia este alcătuită din câteva straturi și se despică de la vârf la bază în cinci-opt lobi dispuși în formă de stea. Unica peridiolă, după întoarcerea pe dos a endoperidiei, este aruncată afară din sporofor, până la câțiva metri distanță de acesta. Este specie lignicolă sau coprofilă.

2.4. (Supra)- ordinul *PHALLALES*

Familia *Phallaceae*

Ciuperci saprotrofe tericole sau lignicole, rareori parazite pe rădăcinile plantelor cu flori.

Sporoforii tineri sunt sferici, ovați sau cilindrici, înconjurați de un înveliș gelatinos, care mai târziu este separat și este comparabil cu volva (rest de velum universale) unor ciuperci cu himenofor lamelar. Volva constă dintr-o peridie exterioară și interioară (mai groasă, ca pielea) între care se află un strat gelatinos intermediar.

La sporoforii maturi este bine dezvoltat receptaculul, care iese din peridie și poartă în vârf gleba sporiferă.

Gleba este cărnoasă sau gelatinoasă, la început împărțită în camere labirintiforme. La maturarea glebei, camerele se dizolvă, iar conținutul se transformă într-o masă gelatinoasă, care conține spori. Mirosul neplăcut al glebei cât și culorile vii ale receptaculului atrag insectele, care reprezintă factori importanți în raspândirea sporilor. Mai ales în regiuni tropicale sunt dezvoltate forme frapante prin culorile lor (așa numitele „flori-ciuperci").

Familia cuprinde circa 20 de genuri, cu numeroase specii, răspândite mai ales în regiuni tropicale.

Cea mai răspândită și cunoscută specie este ***Phallus impudicus*** (Burete pucios, Burete puturos) (fig. 65-A). Acesta are o anumită asemănare exterioară cu zbârciogul (*Morchella esculenta*) dintre *Ascomycetes*. Structura este însă complet alta, fiind vorba în acest caz de o convergență analoagă. Sporoforul tânăr la început este subteran, ovoid sau sferic, în formă de ou de găină și este denumit „oul vrăjitoarei". Acești sporofori sunt moi la exterior, iar în interior tari. Receptaculul, deja construit în interiorul sporoforului tânăr, se întinde, la puține ore, până la o lungime de circa 30 cm, sparge învelișul care rămâne la bază ca o cupă și în vârf poartă gleba. Gleba are aspectul unei căciuli alveolate. Alveolele conțin o masă mucilaginoasă neagră-verzuie, urât mirositoare, în care se află sporii. Receptaculul este cilindric, alb, spongios sau fistulos. Sporii sunt răspândiți endozoic, de către unele specii de insecte, atrase de mirosul neplăcut, emanat de masa mucilaginoasă. În această fază, ciuperca poate fi ușor găsită și de către oameni. Crește în păduri, parcuri, grădini, liziere etc. Sporoforul tânăr, în faza de „ou" este comestibil.

La genurile ***Clathrus***[°] (Ciuperca grătar) și ***Anthurus***[°] (Ciuperca sepie), dezvoltarea corpurilor fructe este asemănătoare, cu deosebirea că receptaculul, colorat în roșu, este împărțit în formă de grătar, respectiv cu mai multe brațe libere sau concrescute la vârf, având aspect fusiform. Sunt ciuperci tropicale și subtropicale.

---

[*] După unii autori, încadrat la *Sclerodermataceae*, alteori la *Geastraceae*.

[°] După unii autori, cele două genuri sunt sinonime, heteromorfele unui gen unic.

Mutinus caninus se aseamănă la exterior cu buretele pucios. Receptaculul este cilindric, inițial alb, apoi devine roșu. Gleba este verzuie, apoi se lichefiază. Crește în păduri de foioase și rășinoase. Nu este comestibilă.

La genul ***Dictyophora*** (Dama cu văl), se dezvoltă, între picior și pâlnie, un văl, care apoi se lărgește în jos ca un con, de la care a derivat denumirea populară a genului.

Privire generală asupra bazidiomicetelor

Relațiile de rudenie dintre *Ascomycetes* și *Basidiomycetes* și derivarea lor dintr-o grupă ancestrală comună (apropiată de *Taphrinomycetidae*) este dovedită prin omologii cercetate la speciile actuale. Precum la ascomicete, și la bazidiomicete, la reproducerea sexuată, între plasmogamie și cariogamie este intercalată dicariofaza (faza nucleilor perechi). Uneori, stadiul nucleilor perechi nu se realizează imediat după plasmogamie, deoarece nucleul cel mai activ dintre cei doi poate migra prin multe celule ale miceliului (prin toți porii din septuri) până întâlnește un nucleu genotipic diferit, cu care să formeze o pereche (ca de ex. la *Neurospora – Ascomycetes* și *Typhula – Basidiomycetes*).

Formarea de anse la celulele cu nuclei perechi de la bazidiomicete este omoloagă cu formarea cârligelor de la ascomicete. Unele ascomicete pot forma anse în locul cârligelor. Deosebirea este că la ascomicete cârligele se formează terminal (și adesea este limitată la celulele terminale ale hifelor ascogene), pe când ansele de la bazidiomicete se formează lateral, în dreptul pereților transversali, la mai multe celule.

Nu se poate face însă omologie între sporoforii bazidiomicetelor și ascomicetelor. La bazidiomicete corpurile fructe se compun numai din hife dicariotice, în timp ce, la ascomicete acestea sunt formate din hife haploide și puține hife dicariotice (ascogene).

Împletirea hifelor în corpuri-fructe la ascomicete este declanșată mereu de un eveniment sexual (ascogamia) sau este în strânsă legătură cu același eveniment, în timp ce, la bazidiomicete formarea corpurilor-fructe apare ca declanșată de contopirea unor celule somatice haploide (somatogamie). Un miceliu dicariotic odată format în urma somatogamiei, poate forma mereu corpuri fructe sub infuența unor factori externi favorabili.

La ascomicete, ciclul de viață este dominat de hifele haploide, iar cele dicariotice sunt dependente de cele dintâi din punct de vedere fiziologico-nutrițional. Excepția o reprezintă *Taphrinomycetidae*- le (apropiate de *Basidiomycetae*) prin hifele dicariotice independente fiziologico-nutritiv de cele haploide (de scurtă durată).

În opoziție cu ascomicetele, la bazidiomicete ciclul de viață este dominat de dicariofază. Hifele dicariotice sunt independente fiziologico-nutritiv de cele haploide.

Între bazidiomicete, *Uredinales* sunt de privit ca forme inițiale, care asigură dominanța dicariofazei prin înmulțirea cu mai multe feluri de spori, prezența gameților (picnospori ca spermatii și celule bazale din miceliul ecidiei) și lipsa somatogamiei. *Holobasidiomycetae*- le superioare sunt considerate ca forme derivate, care supraviețuiesc mai mulți ani prin înmulțirea vegetativă (oidii, fragmente de hife etc.) a hifelor dicariotice.

Încă la ascomicete se remarcă o anumită simplificare a sexualității (când nu se mai formează gameți), caracter care se accentuează și devine regulă generală la bazidiomicete. Astfel, la bazidiomicete nu se mai diferențiază nici gametangi și nici gameți, iar somatogamia este unica modalitate de formare a dicarionilor și a hifelor dicariotice. Însăși formarea repetată a corpurilor-fructe pe miceliul dicariotic al bazidiomicetelor poate fi interpretată ca o limitare a sexualității.

5.5. *FUNGI IMPERFECTI (DEUTEROMYCETES)*

Deuteromicetele sunt ciuperci superioare, cu miceliul septat, la care nu se cunoaște stadiul de reproducere sexuată (teleomorfă) ci numai înmulțirea vegetativă prin conidii ca formă de rodire secundară (anamorfă). Nu este clar, însă, dacă noi nu cunoaștem forma de rodire principală (sexuată) sau dacă ciupercile respective au pierdut această formă.

Toate aceste ciuperci au fost cuprinse laolaltă în grupa artificială Fungi Imperfecti sau *Deuteromycetes* (circa 30.000 specii).

Pe măsura cunoașterii amănunțite a tuturor caracterelor, în viitor va fi posibil, ca acești Fungi Imperfecti să fie atribuiți claselor și ordinelor sistemului natural de ciuperci. Cele mai numeroase dintre aceste *Deuteromycetes* aparțin ascomicetelor, numai puține sunt distribuite la *Basidiomycetes*.

De aceea, în unele sisteme de clasificare, *Deuteromycetes* sunt plasate imediat după *Ascomycetes* şi nu la sfârşit cum sunt tratate aici.

Criterii pentru atribuirea Fungi Imperfecti la una sau alta din cele două clase naturale ar fi următoarele: tipurile de hife şi septuri, chimismul şi ultrastructura peretelui celular, asemănarea ADN-ului şi concordanţa formelor de rodire secundară.

Criteriul principal pentru o clasificare artificială a Fungi Imperfecti, care să servească scopurilor practice, îl reprezintă structurile care produc conidii. Conidiile iau naştere aproape totdeauna pe purtători liberi, care stau pe depozite sau în picnidii (fig. 86).

Sistematica. Bazat pe aceste criterii mai sus menţionate, sunt mai cunoscute şi cercetate ordinele: *Sphaeropsidales, Moniliales (Hymenomycetales), Blastocladiales, Mycelia sterilia.*

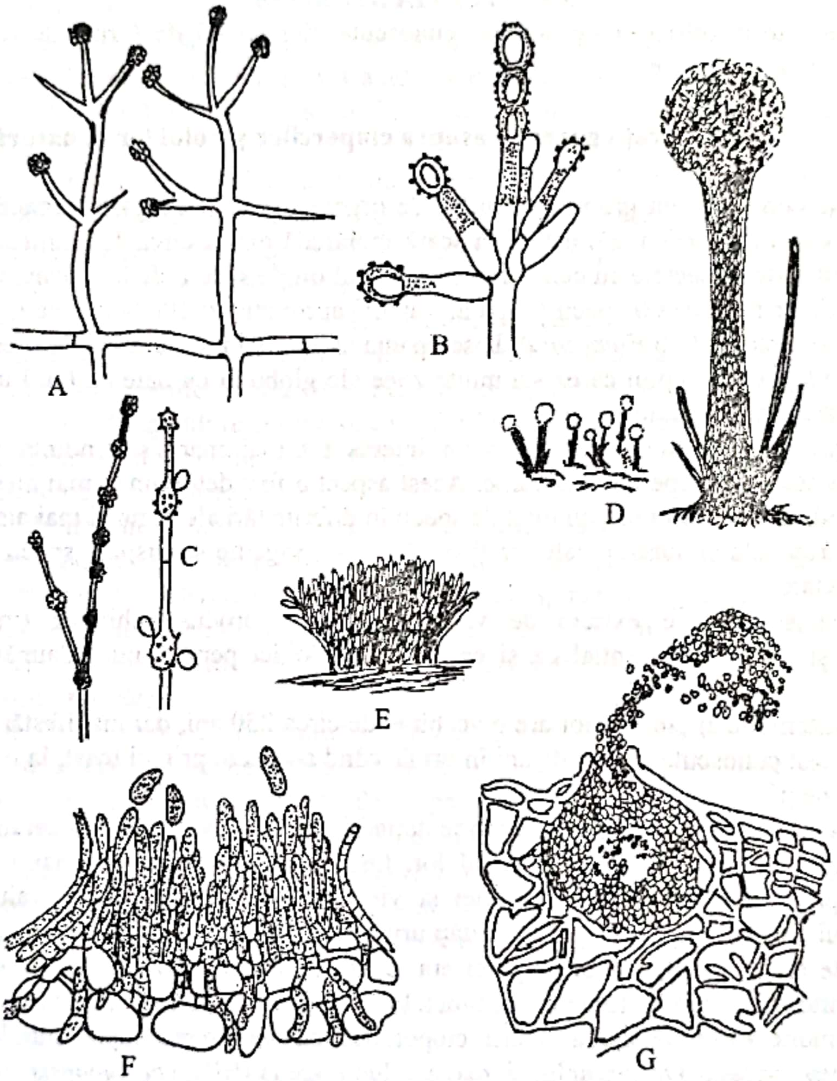


Fig. 86. Tipuri de sporulaţie conidială la *Deuteromycetes*: A-C – conidiofori solitari cu conidii; D – coremie; E – sporodochie; F – acervulă; G – picnidie (după Uspenskaia, din Gorlenko)

5.1. Ordinul *SPHAEROPSIDALES*

Fungii încadraţi aici prezintă picnidii subepidermice, globuloase sau ovale, prevăzute cu ostiolă. În acestea se formează picnospori unicelulari sau bicelulari hialini, rareori pluricelulari.

Exemple:

Septoria lycopersici, care produce Septorioza sau Pătarea albă a frunzelor de tomate.

Phoma lingam produce putregaiul uscat sau negru al verzei şi al altor crucifere.

5.2. Ordinul *MELANCONIALES*

Conidiile sunt grupate în acervule, care se diferenţiază, de regulă generală, sub epiderma organelor atacate, pe depozite stromatice.

Gloeosporium fructigenum provoacă boala amară a mărului. ***Colletotrichum lindemuthianum*** provoacă boală „Antracnoza fasolei”.

5.3. Ordinul *MONILIALES* (*HYPHOMYCETALES*)

Conidiile nu se formează pe depozite stromatice ci pe purtători, adesea bogat ramificați care sunt izolați sau grupați în mănunchiuri (= coremii) sau sunt legați împreună prin hife sterile în depozite gelatinoase numite *sporodochii*. Ex. ***Aspergillus, Penicillium*** cu numeroase specii; ***Histoplasma, Trichophyton, Arthrobotrys, Dactylella*** și ***Dactylium***.

Fusarium oxysporum și ***F. lycopersici*** produc ofilirea tomatelor.

5.4. Ordinul *BLASTOCLADIALES*

Speciile se înmulțesc prin înmugurire asemănător drojdiilor. Ex. ***Torulopsis*** ș.a.

5.5. *MYCELIA STERILIA*

Sunt încadrate micelii la care nu sunt cunoscute nici un fel de forme de reproducere. Ex. micorizele, scleroții, rizomorfele.

Considerații generale asupra ciupercilor și rolul lor în natură

Ciupercile constituie un grup foarte mare de organisme, care se găsesc practic în orice nișă ecologică. Hawksworth (1991) a estimat că la scară mondială există circa 1,5 milioane de specii de ciuperci (depășind astfel insectele cu cele circa peste 1 milion de specii ale lor). Până în momentul de față au fost descrise circa 70.000 specii (după alți autori aproximativ 100.000 specii, dintre care 500 specii *Oomycota* și circa 90.000 *Eumycota*). Discrepanța izbitoare între numărul de specii cunoscute și cele estimate este legată de faptul că există multe zone ale globului cu date cu totul incomplete, mai ales zone tropicale și subtropicale.

În prezent, pe plan mondial, există un interes tot mai mare și tendința de urgentare a documentării privitoare la ciupercile din lume. Acest aspect a fost determinat, mai ales, de rapoartele privind scăderea alarmantă a numărului total de specii în diferite țări ale lumii și mai ales în Europa. În cazul regiunilor tropicale și subtropicale, ar fi o adevărată tragedie să dispără specii înainte de a fi cunoscute și cercetate.

Ciupercile sunt surse extrem de valoroase pentru produse chimice (inclusiv diferite antibiotice), dar și un mare potențial ca și controlori biologici pentru mulți dăunători (în special buruieni).

Studiul sistematic al ciupercilor are o vechime de circa 250 ani, dar manifestările acestui grup de organisme au fost cunoscute cu mii de ani în urmă, când s-a făcut primul toast, la o scoică plină cu vin și la o bucată de pâine dospită.

Popoarele antice erau conștiente de fermentația biologică. Egiptenii considerau fermentația ca un dar făcut omenirii de către marele zeu al lor, Osiris. Vechii greci și romanii preamăreau pe Dionysos și respectiv Bacchus, ca zei ai viei și vinului. La cunoscutele festivaluri Dionysia și Bacchanalia, vinul curgea la discreție și în cantități uriașe.

În diferite religii apariția unor ciuperci era legată de mânia unor zei (ca de ex. la romani – Jupiter) care trimiteau pe pământ fulgerele și tunetele, odată cu aceste ciuperci mari. Sunt cunoscute, din antichitate, multe exemple ale asocierii ciupercilor cu fenomene supranaturale la popoarele primitive din lumea întreagă. De exemplu, ciuperca halucinogenă *Psilocybe cubensis* este utilizată și în epoca modernă în diferite ritualuri religioase în unele țări, cum este Mexicul. În America de Nord au fost cioplite, din sporofori duri și mari ai ciupercii *Fomitopsis officinalis*, care trăiesc saprotrof pe lemn mort, figuri ale spiritului șamanilor dispăruți și au fost așezate pe mormintele acestora cu funcție de protectori ai celor decedați. Sporofori ai aceleiași ciuperci au fost utilizați și ca medicamente de aborigenii din America de Nord (Alexopoulos et al., 1996).

Bioluminescența la ciuperci a fost înconjurată mult timp de un aer mistic. Strălucirea fosforescentă a unor cioate din pădure a fascinat timp îndelungat dar a și înspăimântat oamenii. Bucățile de lemn bioluminescent au fost folosite mult timp de unele popoare antice pentru a marca potecile pe timp de noapte. De asemenea, soldați în războaie își atașau la caschete bucăți de lemn putrezit bioluminescent pentru a se vedea unul pe altul pe timp de noapte.

Se consideră, conform legendei, că una dintre cele mai dezvoltate civilizații ale antichității, Mycenae, este posibil să-și primit numele de la o ciupercă legendară. Cu circa trei milenii și jumătate în urmă, eroul grec Perseus a fondat regatul Mycenae, deoarece în acel loc vârful (mykes) de la sabia sa s-a desprins și el a considerat acest lucru ca un semn că acolo trebuie să întemeieze un oraș și apoi un regat. Fiindu-i sete a luat o ciupercă (mykes) şi a băut apa care s-a scurs din ea. Fiind mulţumit a numit locul Mycenae.

Derivat din acelaşi cuvânt grecesc este Micologia (gr. mykes-ciupercă; logos-ştiinţă), ştiinţă care se ocupă cu studiul ciupercilor. Ciupercile cu pălărie fiind mari, au atras atenşia naturaliştilor şi au fost studiate mai întâi cu ochiul liber, apoi cu lentile sau cu microscoape din ce în ce mai performante.

Modul de viaţă al ciupercilor

Ciupercile trăiesc, în general, heterotrof şi, în contrast cu algele, cele mai numeroase sunt adaptate mediului terestru.

Specii primar acvatice sunt foarte puţine (circa 2% din numărul total) şi aparţin la *Oomycota, Chytridiomycetes* şi *Hyphochytridiomycetes*. Ca adaptare la viaţa acvatică, zoosporii sunt flagelaţi (cu 2 flageli sau cu 1). Există şi specii secundar acvatice între *Ascomycetes* şi Fungi Imperfecti (*Moniliales*).

Cele mai numeroase ciuperci acvatice trăiesc în apă dulce, însă, recent au fost stabilite şi un număr de specii de apă sărată (marine), în special dintre ascomicete şi bazidiomicete. La speciile secundar acvatice, sporii şi conidiile prezintă înzestrări speciale pentru a le ajuta la plutire. Ex. la *Moniliales* conidiile sunt în formă de filament sau prezintă 3-4 raze.

Evoluţia în cadrul grupului ciupercilor a urmat calea emancipării de la viaţa acvatică şi trecerea treptată şi adaptarea la viaţa terestră. Mediul aerian terestru a avut implicaţii deosebite în evoluţia ciupercilor prin pierderea stadiilor mobile, complicarea structurii aparatului vegetativ, diversificarea modurilor de înmulţire şi reproducere şi a împrăştierii cât mai eficiente a sporilor. Viaţa pe uscat a dus la diversificarea acomicetelor şi bazidiomicetelor, care sunt cele mai numeroase (circa 60.000 specii cunoscute până în prezent).

Modurile de nutriţie heterotrofă, de asemenea, au dus la evoluţia biochimică extraordinară, legată de descompunerea celor mai variate substraturi şi asimilarea substanţelor nutritive prin echipamente enzimatice foarte diversificate, neîntâlnite la alte grupe de organisme.

În mediul terestru, diferite grupe de ciuperci, deosebite din punct de vedere sistematic, prezintă şi adaptări convergente omoloage (*Helvella* şi *Morchella*) sau analoage (unele macromicete – ascomicete cu bazidiomicete).

În stare fosilă se cunosc foarte puţine specii de ciuperci. Cele mai vechi descoperiri fosile au fost urme de *Chytridiomycetes* în fragmente de cochilii de animale marine, care au fost datate din Cambrian. Din Devonian, au fost găsite hife de ciuperci, fără pereţi transversali, în resturi ale unor plante de uscat. În Carbonifer apăruseră, deja, *Uredinales* şi probabil ascomicete parazite pe ferigi şi pe rădăcini de plante lemnoase sub formă de micoriză. În pădurile Carboniferului, care au avut un rol important în formarea rezervoarelor de huilă ale Terrei, existau deja bazidiomicete superioare (*Hymenomycetidae*), ale căror resturi sub formă de hife miceliene cu anse au fost menţionate ca fosile.

Nutriţia ciupercilor

Ciupercile se hrănesc ca saprotrofi, paraziţi biotrofi (se hrănesc cu ţesuturile vii ale plantei gazdă fără să o omoare) sau necrotrofi (omoară rapid organismele vii ca paraziţi şi patogeni şi în continuare duc o viaţă saprotrofă pe ţesuturile moarte ale acestora). Există şi specii simbionte (de ex. micoriza şi lichenii). Adesea, ciupercile colonizează şi se hrănesc de pe substraturi extrem de diverse, unde nu intră în competiţie cu alte organisme ca: insecte vii sau moarte, cheratina (coarne, copite, pene), plante-muşchi, unele ciuperci cu pălărie, excremente etc.

Ciuperca *Amorphotheca resinae* (ord. *Eurotiales*), forma sexuată, teleomorfă, are o nutriţie specializată pe uleiuri, benzină, păcură, respectiv pe hidrocarburile conţinute în acestea. Această ciupercă provoacă înfundări ale conductelor de benzină sau chiar corodarea aluminiului la avioane. Forma asexuată (anamorfă) se numeşte *Hormoconis resinae*.

A. CIUPERCI DĂUNĂTOARE

Ciupercile pot descompune cele mai variate substraturi organice, atacă organisme vii, pe care pot să le omoare sau cărora le aduc prejudicii variate.

Prin distrugerea lemnului, prin provocarea bolilor la plante, animale şi om ca şi prin deteriorarea alimentelor, a textilelor, maselor plastice, a combustibililor, ciupercile, ca organisme păgubitoare, sunt importante din punct de vedere economic şi trebuie cunoscute sub toate aspectele pentru a fi combătute.

1. Ciupercile ca agenţi de degradare

Ciupercile joacă un rol foarte important în ecosfera noastră. Ele reprezintă cei mai importanţi agenţi de degradare de pe pământ. Acest aspect se evidenţiază cu precădere în ecosistemele forestiere, unde producţia de biomasă este controlată de ciupercile care descompun lemnul. În acest mod ele înapoiază ecosistemului substanţele nutritive, care ar rămâne imobilizate în cantităţi uriaşe de lemn mort şi cioate ale arborilor.

Descompunerea lemnului prin animale şi bacterii este total nesemnificativă. După cercetări mai noi, bacteriile nu sunt distrugători activi ai lemnului. Singurele vieţuitoare care pot descompune celuloza şi lignina, componentele de bază ale lemnului, sunt ciupercile. Dintre acestea, înainte de toate trebuie amintite bazidiomicetele himeniale (*Hymenomycetidae* din ordinele *Poriales, Hymenochaetales, Polyporales, Agaricales*), în parte unele ascomicete (de ex. *Ceratocystis*) şi unii Fungi Imperfecti.

Unii dintre aceşti distrugători ai lemnului atacă, deja ca paraziţi, tulpinile arborilor vii. Astfel, *Phellinus pini* şi *Heterobasidion annosum* produc putregaiul tulpinilor de pini şi respectiv rădăcinilor de molid; *Phellinus alni* se dezvoltă pe meri şi pe alte foioase (ex. aninul); *Fomes fomentarius* pe fagi şi mesteceni.

Multe specii de ciuperci trăiesc saprotrof numai pe lemn mort, ca de ex. speciile de *Coriolus, Trametes şi Gloeophyllum*. Unele ciuperci, ca de ex. *Armillaria* (*Armillariella*) *mellea*, îşi încep viaţa ca saprotrofe pe cioate de arbori, însă pot trece şi pe arbori vii când aceştia sunt slăbiţi fiziologic din diferite cauze, cum ar fi seceta prelungită.

În interiorul genurilor parazite a avut loc o specializare treptată pe anumite specii, ca gazdă. De exemplu *Phellinus hartigii* pe brad, *Ph. robustus* pe stejar ş.a.

În afară de agenţi de descompunere în ecosistemele forestiere, ciupercile sunt direct responsabile şi de distrugerea unei mari varietăţi de produse din lemn, cum ar fi cheresteaua, traversele de cale ferată, stâlpii de telefon etc. În cazul când produsele din lemn nu sunt protejate împotriva umezelii prin substanţe conservante, ele sigur urmează să fie atacate de diverse ciuperci de putrezire a lemnului.

Printre cei mai periculoşi agenţi de descompunere a lemnului din construcţii sunt buretele de pivniţă (*Coniophora cerebella*) şi, înainte de toate, specia de tristă faimă, *Serpula lacrymans* (Buretele de casă), care produce putregaiul uscat al lemnului. În Europa această ciupercă produce pagube uriaşe elementelor de structură din lemn şi podelelor din case şi alte clădiri din locuri cu umiditate accentuată. Efectele distrugătoare ale acestei ciuperci sunt comparabile cu cele provocate de termite structurilor din lemn din SUA. Aceaşi ciupercă a provocat pierderi uriaşe navelor de transport ale Marinei Regale Britanice în prima jumătate a sec. 19.

Distrugerea lemnului de către ciuperci duce la apariţia putregaiului brun distructiv şi putregaiul alb sau de coroziune.

În cadrul putregaiului brun (produs de genurile *Coniophora, Serpula* etc.) ciupercile consumă, de preferinţă, celuloza, iar lignina rămâne neatacată. Lemnul capătă culoare brună, crapă transversal şi se descompune în cuburi.

Agenţii putregaiului alb sau de coroziune, produs de ciuperci ca *Phellinus igniarius* (pe salcie şi alte foioase) descompun atât lignina cât şi celuloza. Lemnul devine alb şi se destramă în fibre longitudinale. Mai există şi o formă specială de putregai - putregaiul roşu. Recent au fost descoperite nişte ciuperci cu corpuri-fructe mici (din cl. *Ascomycetes*) sau dintre *Fungi Imperfecti*, care produc tot un putregai brun, a cărui evoluţie este mai lentă. Hifele acestor ciuperci atacă peretele secundar al traheidelor şi fibrele lemnoase lignificate.

În cazul celor trei feluri de putregai, rezistenţa la presiune şi încovoiere a lemnului se micşorează sau dispare cu totul. Colorarea albastră a lemnului de pin nu are influenţă asupra proprietăţilor statice ale acestuia, deoarece agenţii distructrivi consumă numai conţinutul celulelor parenchimului lemnos şi nu conţinutul ţesuturilor de rezistenţă (traheide şi fibre lemnoase).

Unele ciuperci, care trăiesc pe lemn în curs de putrezire, produc o luminescenţă nocturnă (bioluminescenţă). Dintre acestea trebuie amintită *Armillaria* (*Armillariella*) *mellea* la care hifele produc o lumină rece, vizibilă noaptea. La ciuperca *Omphalotus olearius*, care trăieşte pe măslinii bătrâni, luminează şi corpurile fructe.

Pe lângă lemn, în pădure se descompune şi litieră (frunze căzute, ramuri, fructe, seminţe) la care, pe lângă ciuperci participă şi bacterii şi, astfel, au rol esenţial în sinteza unor compuşi ce intră în compoziţia humusului.

Deoarece ciupercile, datorită echipamentului lor enzimatic extrem de divers, pot utiliza diferite substraturi ca hrană, ele sunt capabile să atace multe produse utilizate de om: ţesături textile sau din piele, mase plastice, hârtie, herbare, cărţi, produse petroliere şi, bineînţeles, toată hrana noastră.

În cadrul eforturior pentru a proteja hrana de atacul ciupercilor dar şi al bacteriilor s-a recurs la tot felul de metode: sărare, uscare, îngheţare, încălzire, iradiere şi, mai recent, utilizarea de aditivi chimici, dintre care mulţi sunt cancerigeni.

2. Ciuperci ca agenţi patogeni

Majoritatea plantelor sunt supuse atacului unui mare număr de agenţi patogeni fungali. Consecinţele unor astfel de infecţii sunt diferite şi variază de la apariţia unor simptome nesemnificative, asociate cu efecte negative reduse asupra plantei gazdă, până la moartea indivizilor respectivi atacaţi. În plus, faţă de importante pierderi economice, asupra unor plante importante din punct de vedere agricol, unele ciuperci patogene au alterat cursul istoriei unor popoare (vezi *Phytophtora infestans*) şi au afectat obiceiurile sociale atât la scară regională cât şi globală.

Dintre cele 162 boli infecţioase, cunoscute la plante în Europa (după A. Bresinsky, din Strasburger, 1999), circa 83% dintre acestea sunt produse de ciuperci. Plantele pot fi atacate şi de animale, bacterii şi virusuri. Unele dintre mixomicete (de ex. *Plasmodiophorales*), dar şi dintre ciuperci (*Peronosporales, Erysiphales, Uredinales şi Ustilaginales*) trăiesc aproape exclusiv ca paraziţi (uneori fără a produce boli) sau ca agenţi patogeni, producători de boli la plante superioare. Printre aceştia ultimi se numără şi mulţi *Fungi Imperfecti*.

La începutul dezvoltării ciupercii parazite pe planta gazdă este infecţia. Ciuperca îşi croieşte drumul prin răni, stomate sau direct prin epiderma plantei gazdă.

Pătrunderea prin cuticula epidermei are loc enzimatic, prin eliminarea de exoenzime (cutinaze) sau mecanic, prin stăpungerea activă a epidermei de către apendicele ascuţit al hifei infecţioase. Infecţia are loc, de regulă generală, la nivelul unor organe sensibile cum ar fi radicula, organe al embrionului sau ale florii (ovare, stigmate, stamine, petale). Deseori, este suficient un spor sau o conidie pentru o infecţie eficace.

Ca sporii sau conidiile să germineze, pe lângă temperatură, este absolut necesară umiditatea suficientă. Astfel se explică de ce în anii umezi sau în zone geografice cu multă umiditate are loc o dezvoltare puternică a bolilor produse de ciuperci (micoze).

În acest context sunt de amintit urmările catastrofale ale unui atac masiv şi de lungă durată al ciupercii *Phytophthora infestans* (Mana cartofului) în Irlanda. Cultura cartofului reprezintă sursa majoră de hrană pentru irlandezi. Între 1845-1860, anotimpurile au fost umede şi reci an de an. Aceste condiţii meteorologice au favorizat dezvoltarea ciupercii care a produs un număr mare de spori, care s-au dispersat cu uşurinţă prin picăturile de ploaie. Astfel, ciuperca s-a răspândit rapid şi pe arii largi, provocând distrugerea producţiei de cartof. În timpul acestei perioade de 15 ani, o treime din populaţia Irlandei a murit fie de foame, fie de febra tifoidă care a urmat ca efect secundar, sau au emigrat în SUA şi alte ţări. De atunci populaţia Irlandei n-a mai ajuns la 8 mil. locuitori.

La pătrunderea ciupercii, planta gazdă reacţionează prin mijloace de apărare de natură mecanică (îngroşarea pereţilor celulari) sau chimică (substanţe tanante nespecifice-fenoloxidaze sau specifice-fitoalexine).

Evoluţia în continuare a infecţiei depinde de virulenţa ciupercii şi de rezistenţa gazdei. Rezistenţa plantei gazdă este condiţionată genetic dar şi prin diferiţi factori de rezistenţă mecanică, chimică şi fiziologică. Şi factorii exteriori de mediu determină rezistenţa gazdei la infecţie. Nutriţia abundentă cu azot determină o rezistenţă mai scăzută a celulelor gazdă.

Virulența ciupercii este determinată, de asemenea, genetic. Aceeaşi ciupercă, prin sporii sau conidiile sale, poate da naştere la mai multe tipuri patogene (rase fiziologice).

Infecția poate avea loc prin spori, conidii etc. Formele sub care iernează diferite ciuperci pot fi strome, de pe care primăvara apar corpuri-fructe (ex. la *Venturia, Claviceps, Rhytisma*); zigoți (*Peronosporales*); teleutospori (*Uredinales*) etc. Unele ciuperci iernează pe plante gazdă în rizomi, tuberculi, muguri de iarnă ş.a.

Răspândirea unui agent patogen are loc foarte repede, cam în aceleaşi moduri cum se diseminează fructele şi semințele plantelor superioare sau sporii la numeroase criptogame, prin curenți de aer, prin animale (epi- sau endozoohore) şi, mai recent, prin activități umane, care au deplasat anumite boli de la o țară la alta, de la un continent la altul.

În combaterea bolilor plantelor produse de ciuperci, pe primul plan trebuie să stea măsurile profilactice, prin care agentul şi gazda trebuie împiedicate să ajungă împreună, ca: asolamente, tehnologii potrivite, stârpirea gazdelor intermediare ale ciupercilor de rugină ş.a. De asemenea, agentul patogen trebuie distrus înainte sau în timpul germinației semințelor, prin tratarea semințelor sau fructelor prin stropiri sau pulverizarea cu fungicide. Măsurile terapeutice la plante, în contrast cu cele pentru bolile produse de bacterii şi de ciupercile patogene la om, joacă un rol secundar, datorită cheltuielilor foarte mari dar şi a poluării plantelor şi mediului înconjurător.

De-a lungul anilor s-au făcut şi progrese prin obținerea de cultivaruri rezistente la anumiți agenți patogeni fungali, modificări chiar ale patogenilor prin inginerie genetică, folosirea carantinei care împiedică răspândirea acestora dar şi măsuri terapeutice prin folosirea fungicidelor şi fungistaticelor.

Problemele de mediu şi de sănătate ale plantelor au determinat pe cei care au preocupări în acest domeniu să găsească noi metode de control ale bolilor fungale, limitând la maximum sau renunțând la folosirea mijloacelor chimice de combatere. Pentru aceasta, mai întâi este necesară o cunoaştere cât mai completă a biologiei, ecologiei şi istoriei în timp şi spațiu a ciupercilor patogene pe plan mondial. În acest vast câmp de acțiune micologii trebuie să joace un rol important.

Aproape toate culturile şi plantațiile pomi-viticole sunt atacate de ciuperci parazite, invadate de buruieni din ce în ce mai variate ca origine, biologie şi ecologie, încât ele creează probleme serioase pentru fermieri, administratori sau lucrători din domeniul public, care trebuie să întrețină culturi cât mai curate, spații verzi, peluze, arbori sau arbuşti ornamentali sănătoşi. De asemenea, şi proprietarii individuali vor să aibă grădini frumoase.

Unele ciuperci fitopatogene pot fi utilizate ca agenți de control biologic. O astfel de „micoerbicidă" promovată în SUA este ciuperca *Colletotrichum gloeosporioides*, ai cărei spori, comercializați sub denumirea de „Collego", sunt utilizați pentru a controla răspândirea unei buruieni (*Aeschinomene virginica*) în câmpurile de orez din mai multe părți ale SUA (Bryce Kendric, 2000). De asemenea, s-a încercat utilizarea unor toxine fungale ca ierbicide. Acestea cauzează moartea celulelor şi țesuturilor unor specii de buruieni.

La oameni şi animale, ciupercile patogene produc diferite boli, deseori greu de combătut, denumite micoze.

Micozele la om şi animale se împart în: micoze superficiale, care atacă pielea, părul, unghiile, ghearele, copitele, penele; micoze profunde, care pătrund în interiorul corpului şi pot duce la moarte. Ele sunt produse de ciuperci asemănătoare drojdiilor şi aparțin la genurile *Candida, Torulopsis* şi *Cryptoccocus* sau la ciuperci care formează micelii filamentoase (*Aspergillus, Mucor, Trichophyton*). Speciile de *Histoplasma*, care produc boli grave ale plămânilor la oameni şi animale, numite histoplasmoze, sunt larg răspândite în regiuni tropicale.

Cele mai răspândite micoze la om sunt provocate de ciupercile producătoare de conidii. Diverse micoze superficiale, ca pecinginea/herpesul scalpului, herpesul scrotului, herpesul piciorului ş.a. sunt cauzate de ciuperci distrugătoare de cheratină, care aparțin genurilor *Microsporum, Epidermophyton* şi *Trichophyton*.

3. Ciuperci otrăvitoare

Pe lângă toate pagubele produse de agenți patogeni sau de degradare a variatelor materiale, anumite specii de ciuperci produc şi nişte substanțe foarte toxice, cunoscute ca micotoxine. Acestea pot fi consumate direct cu hrana (de la plantele de cultură atacate) sau hrănind cu ele animalele şi prin consumul produselor de origine animală se poduc intoxicații grave la om, deseori urmate de moarte.

PLANŞA I

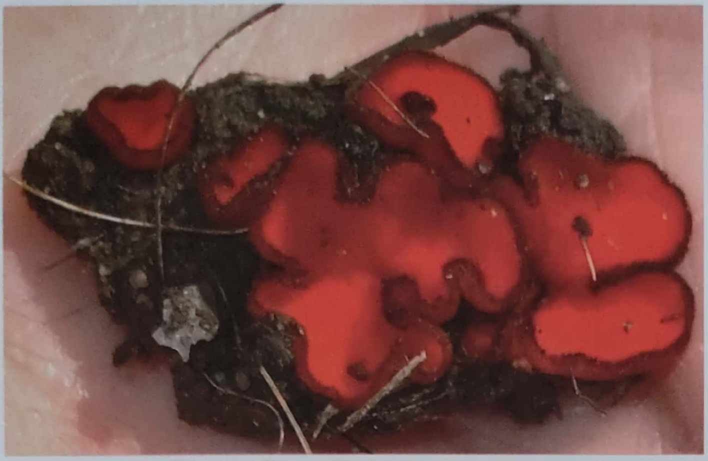


Fig. 1. *Scutellinia scutellata*

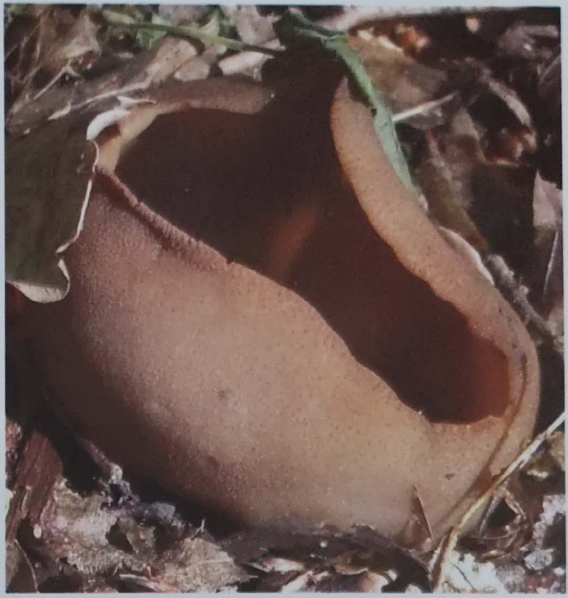


Fig. 2. *Peziza badia* (Urechiuşă bârligată)

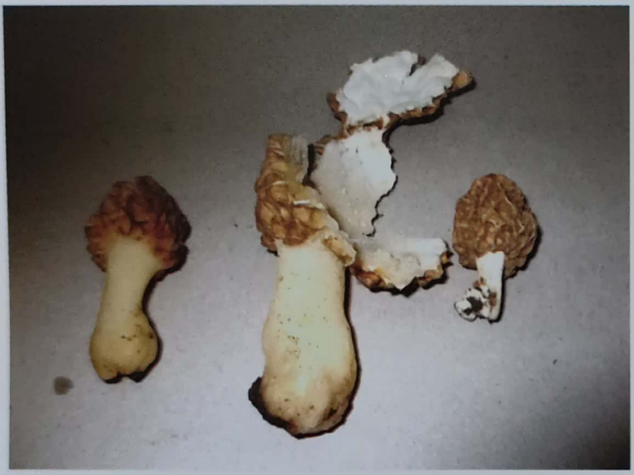


Fig. 3. *Morchella esculenta*
(Ciuculeți, Zbârciogi)

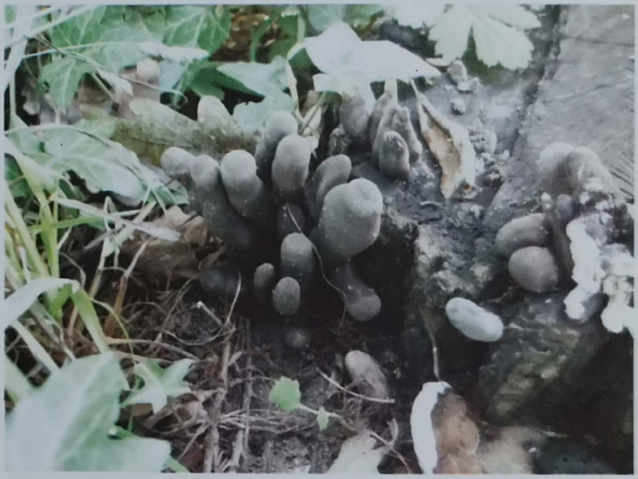


Fig. 4. *Xylaria polymorpha*

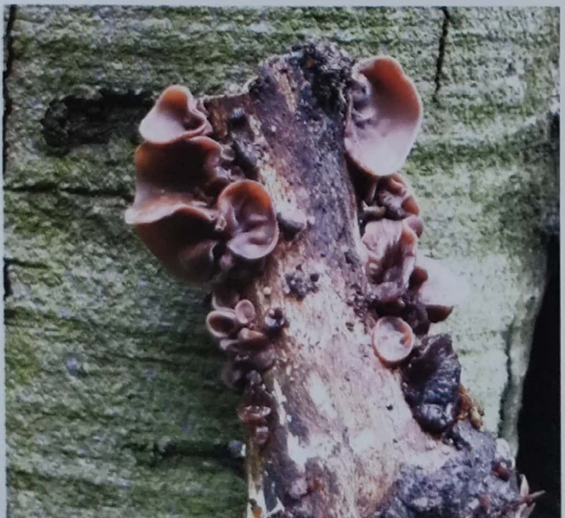


Fig.5. *Auricularia auricula-judae*
Urechea lui Juda, Buretele lui Juda

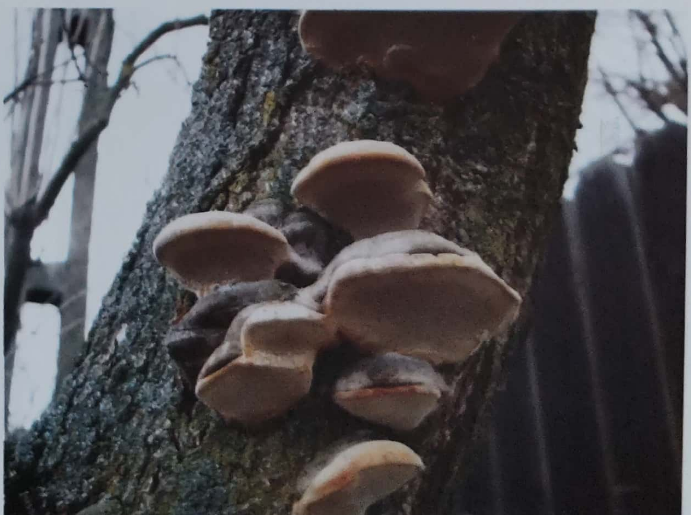


Fig. 6. *Phellinus igniarius* (Iasca falsă)

PLANŞA II

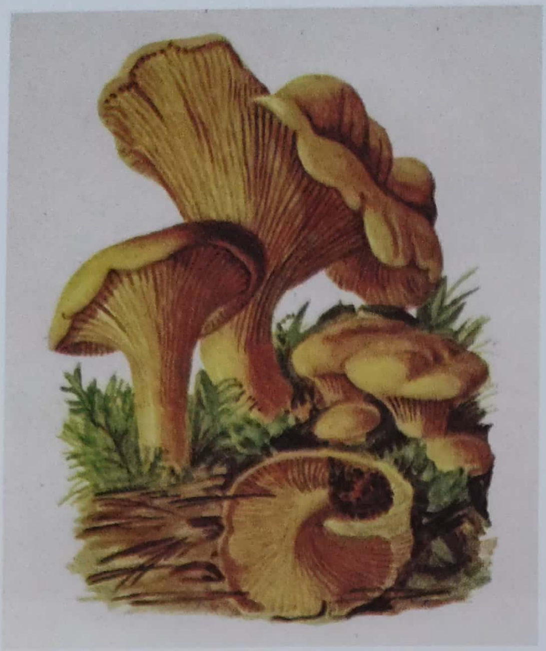


Fig. 7. *Cantharellus cibarius* (Gălbiori)

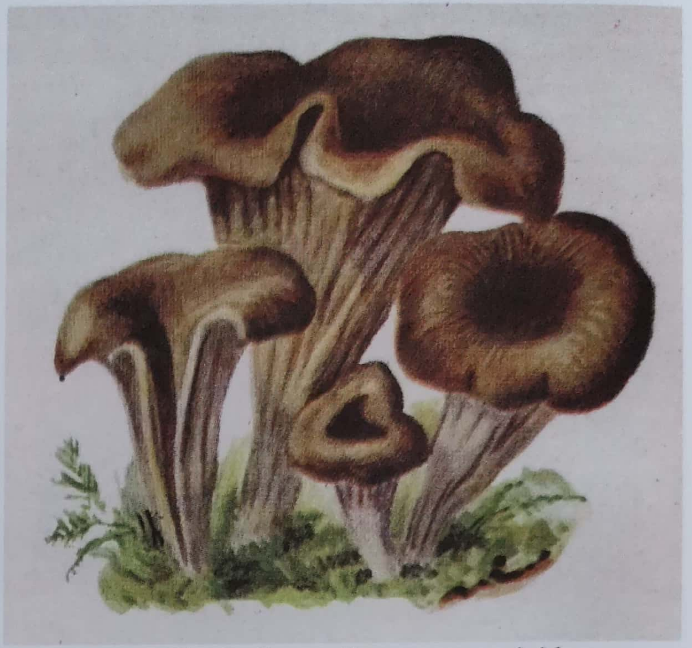


Fig. 8. *Craterellus cornucopioides*
(Cornul abundenţei, Trâmbiţa piticilor)

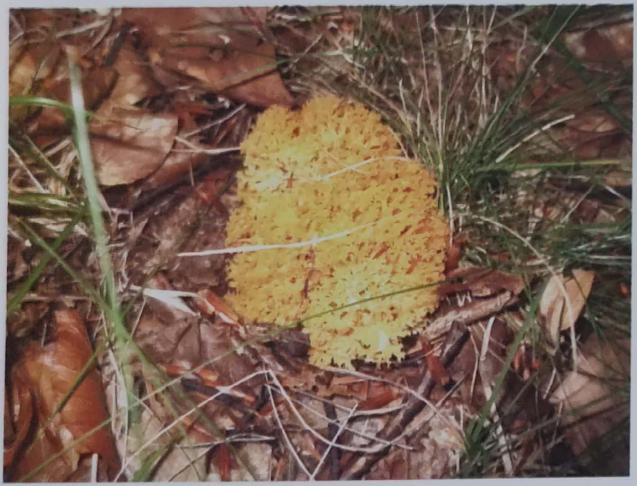


Fig. 9. *Ramaria flava*
(Piciorul ursului, Creasta cocoşului)

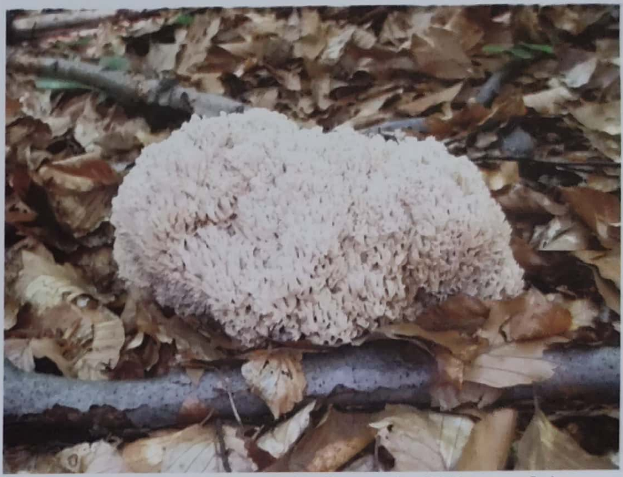


Fig. 10. *Ramaria botrytis* (Rămurele)

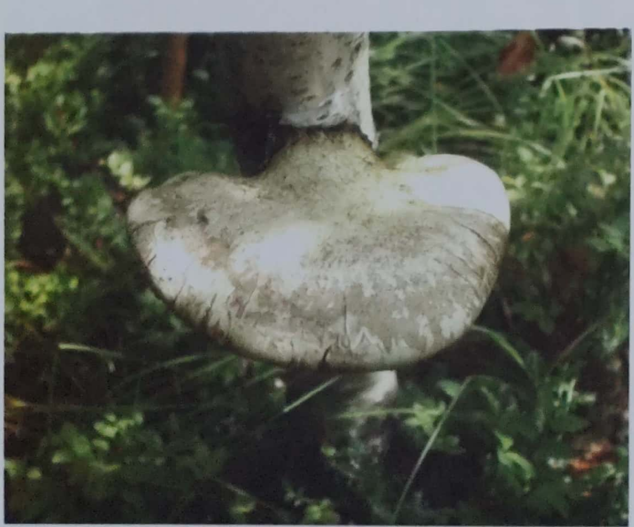


Fig. 11. *Piptoporus betulinus*
(Văcălia de mesteacăn)

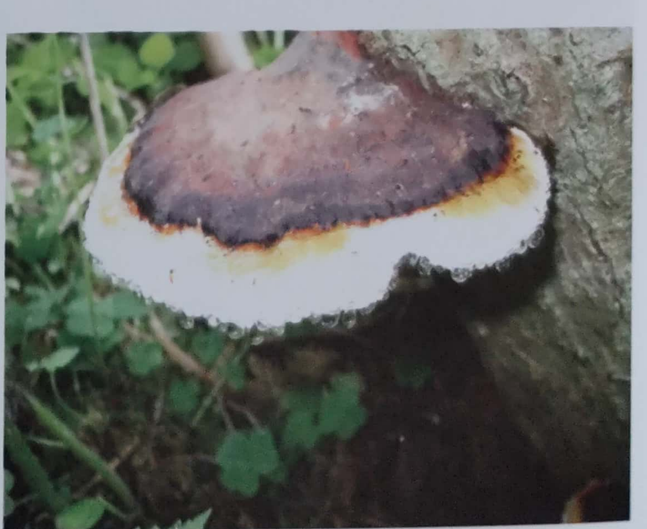


Fig. 12. *Fomitopsis pinicola*
(Văcălia de brad)

PLANŞA III

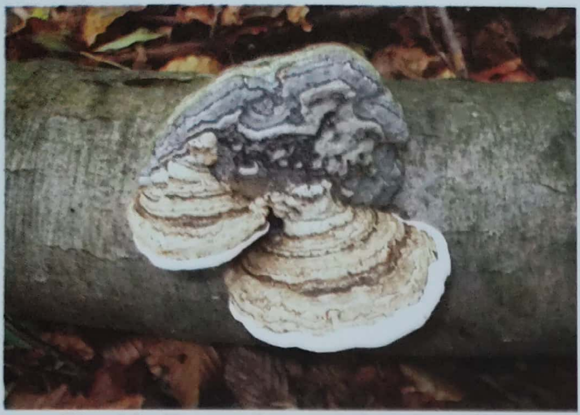


Fig. 13. *Fomes fomentarius* (Iasca)

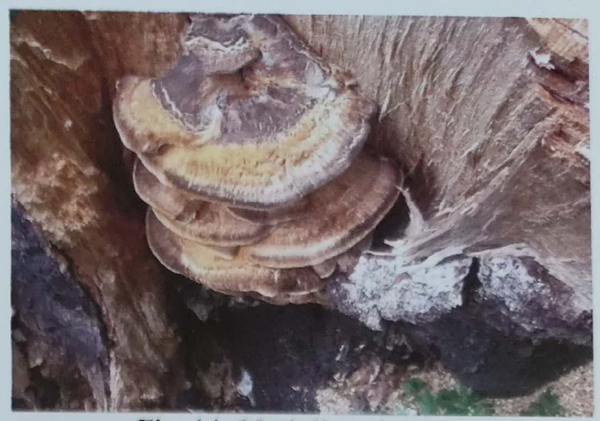


Fig. 14. *Meripilus giganteus*

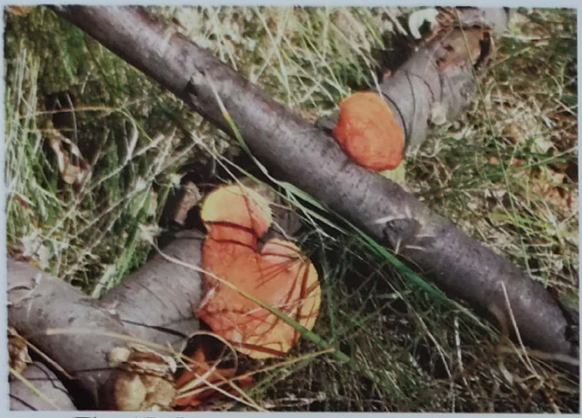


Fig. 15. *Pycnoporus cinnabarinus*

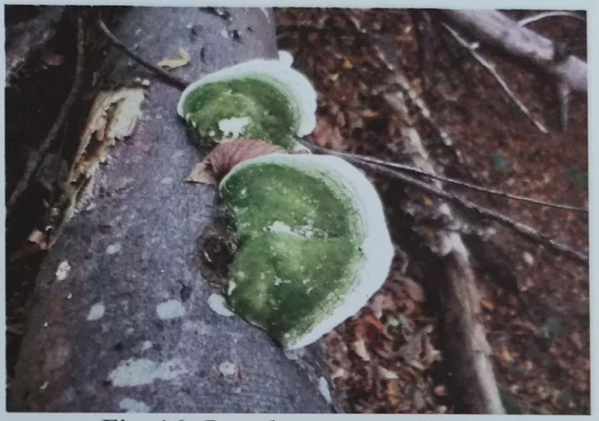


Fig. 16. *Pseudotrametes gibbosa*

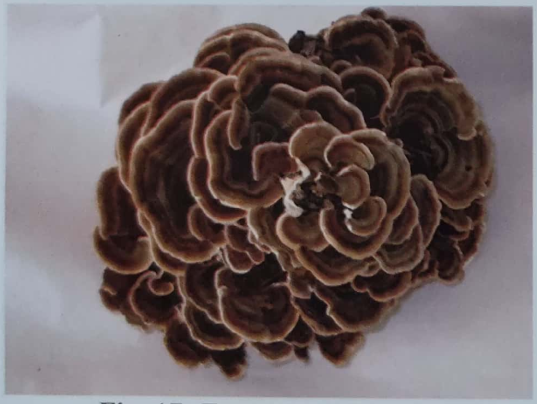


Fig. 17. *Trametes versicolor*

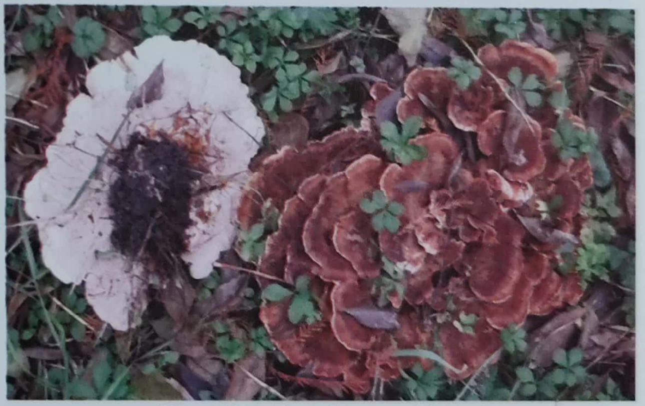


Fig. 18. *Abortiporus biennis*

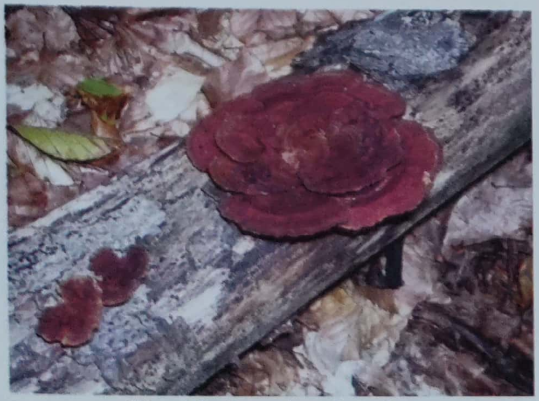


Fig. 19. *Lenzites betulina*

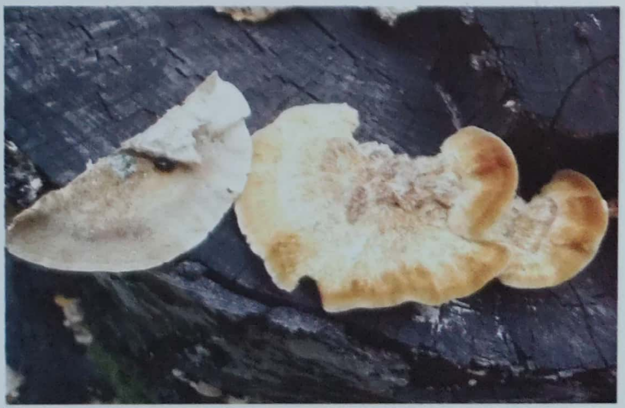


Fig. 20. *Trametes hirsuta*

PLANŞA IV

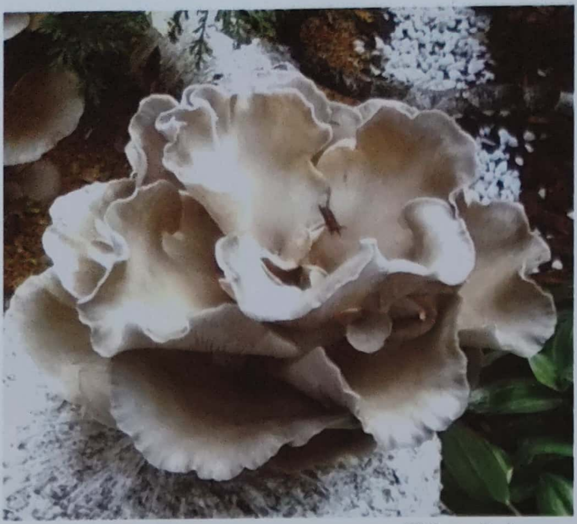


Fig. 21. *Pleurotus ostreatus* (Păstrăv)

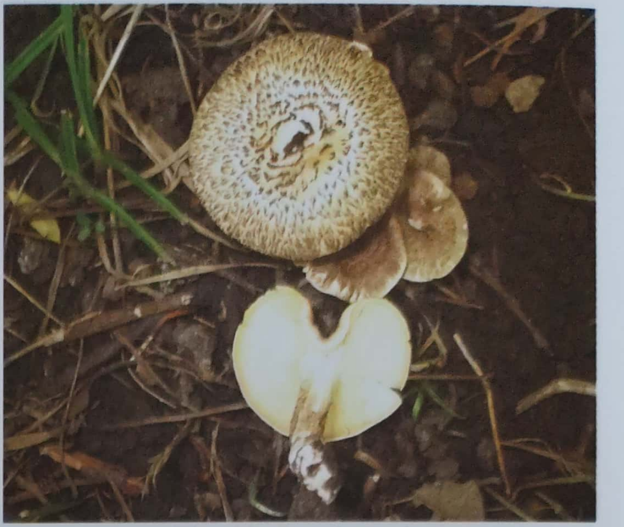


Fig. 22. *Lentinus tigrinus*

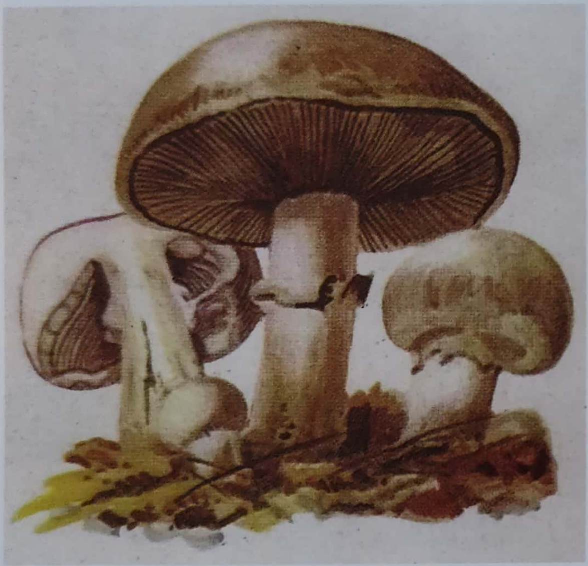


Fig. 23. *Agaricus campestris* (*Psalliota campestris*)
(Ciuperca albă de bălegar)

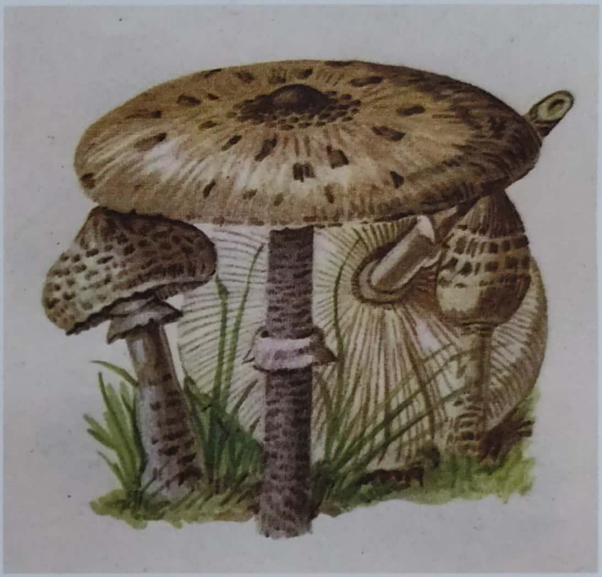


Fig. 24. *Macrolepiota procera*
(Pălăria şarpelui)

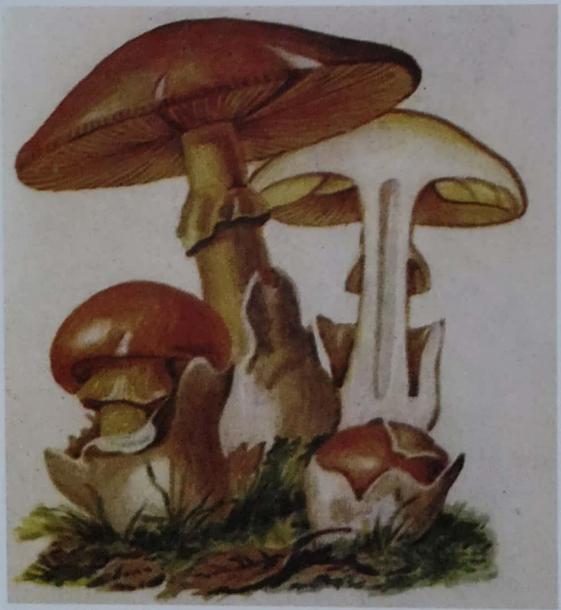


Fig. 25. *Amanita caesarea* (Crăițe)

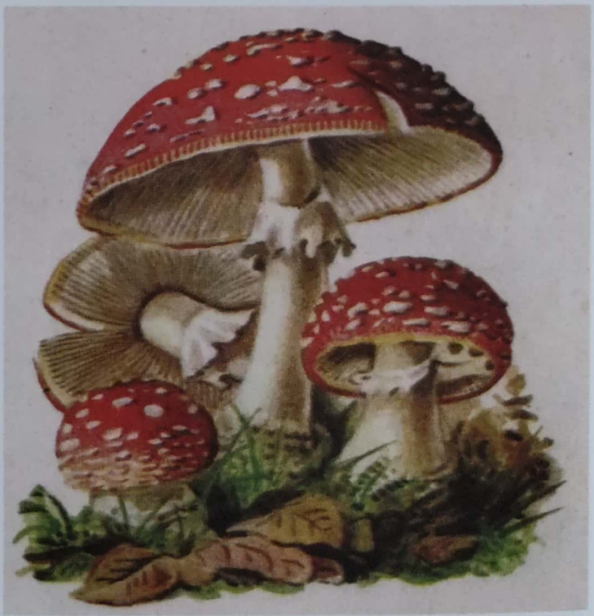


Fig. 26. *Amanita muscaria* (Muscărița)

PLANŞA V

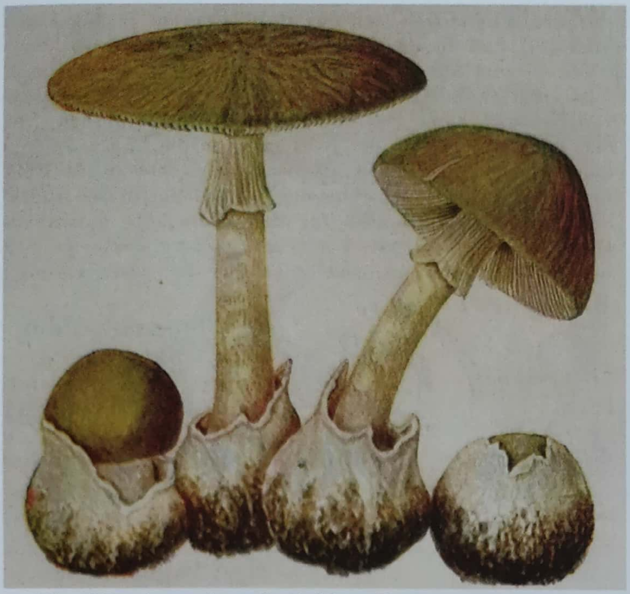


Fig. 27. *Amanita phaloides* (Buretele viperei)

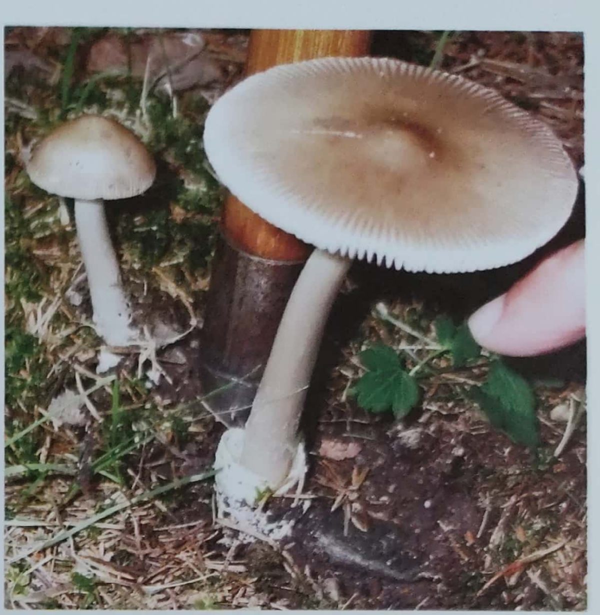


Fig. 28. *Amanita vaginata*

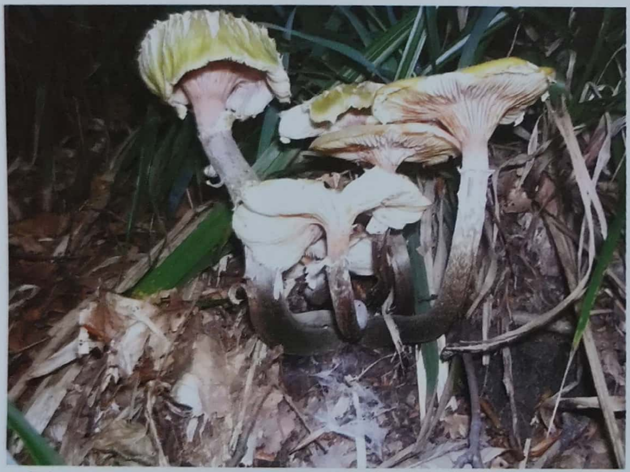


Fig. 29. *Armillaria mellea* (Gheba de toamnă)

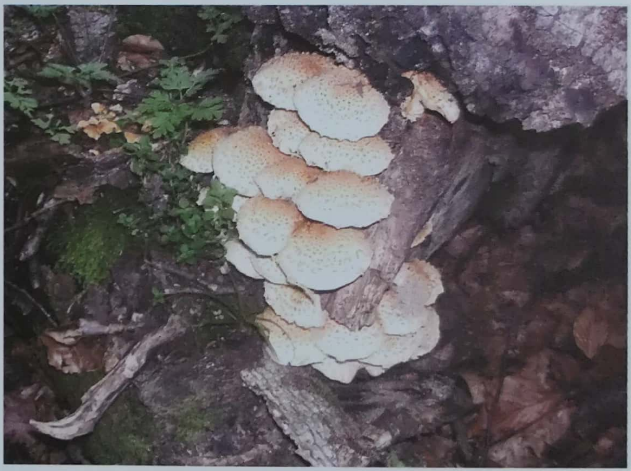


Fig. 30. *Pholiota squarrosa* (Bureţi solzoşi)

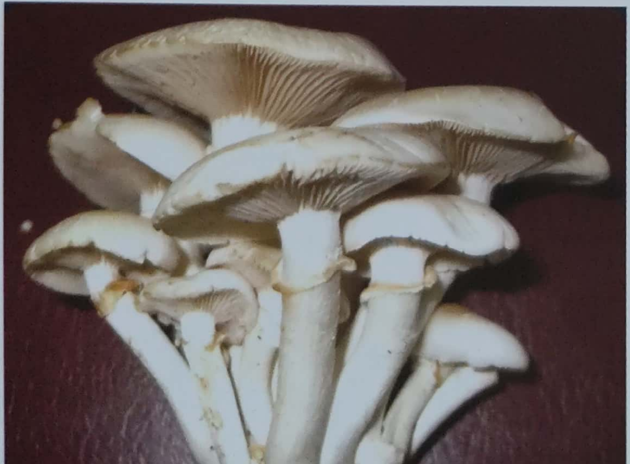


Fig. 31. *Agrocybe cylindracea*
(Ciuperca de plop)

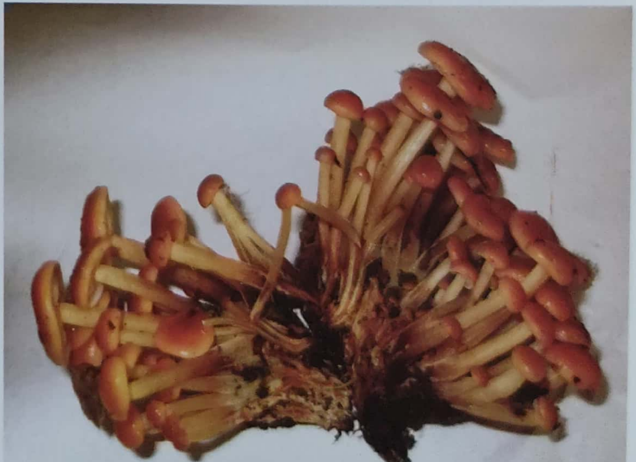


Fig. 32. *Flamulina velutipes*

PLANŞA VI

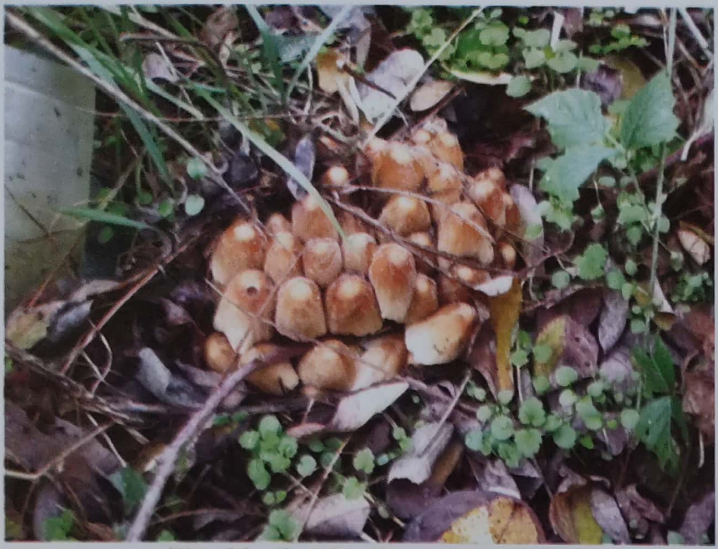


Fig. 33. *Coprinellus micaceus*

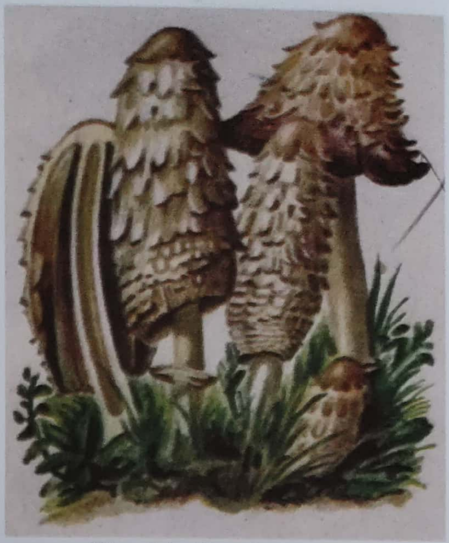


Fig. 34. *Coprinus comatus* (Buretele cu perucă)

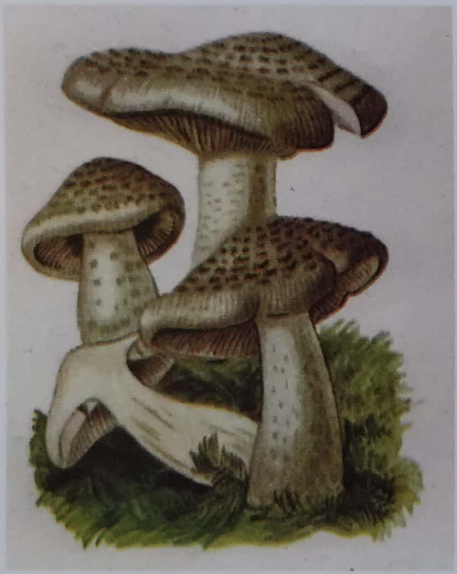


Fig. 35. *Tricholoma pardinum*

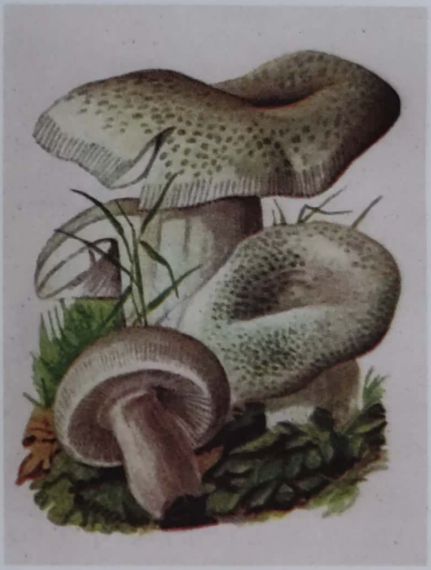


Fig. 36. *Russula virescens* (Oițe, Vinețica pestriță)

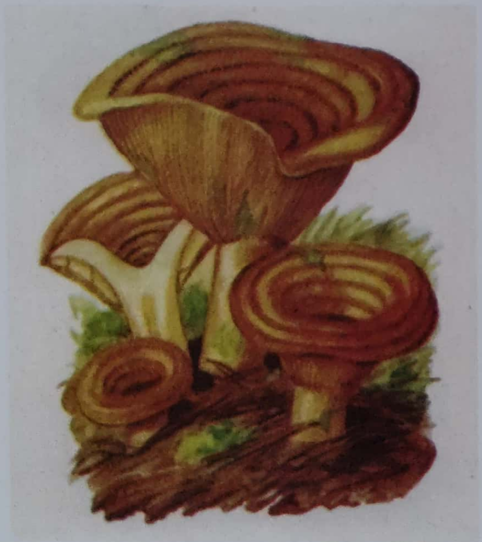


Fig. 37. *Lactarius deliciosus* (Râşcov)

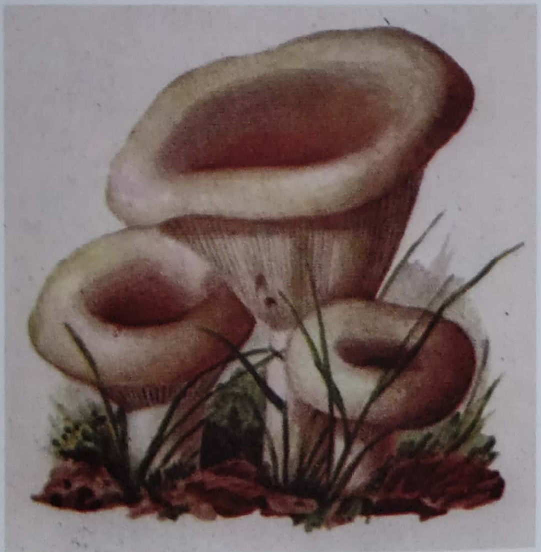


Fig. 38. *Lactarius piperatus* (Buretele piperat)

PLANŞA VII

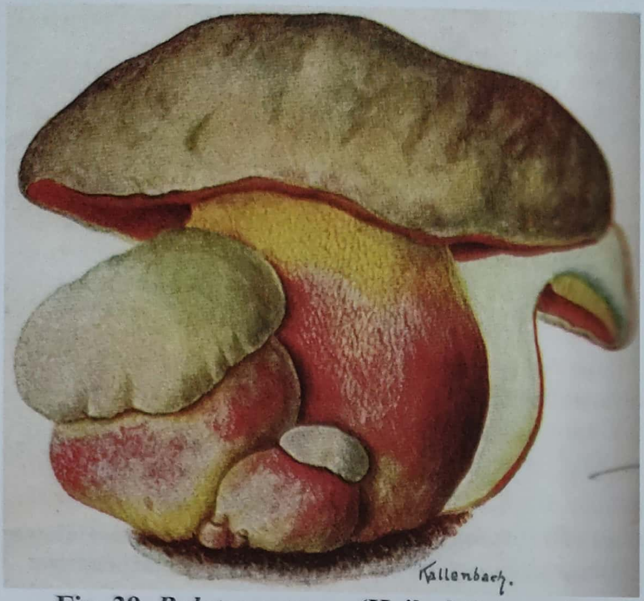


Fig. 39. ***Boletus satanas*** **(Hribul ţigănesc)**

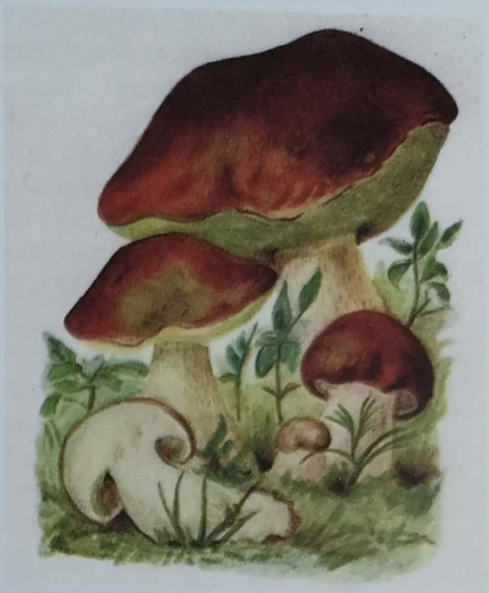


Fig. 40. ***Boletus edulis*** **(Mânătarcă)**

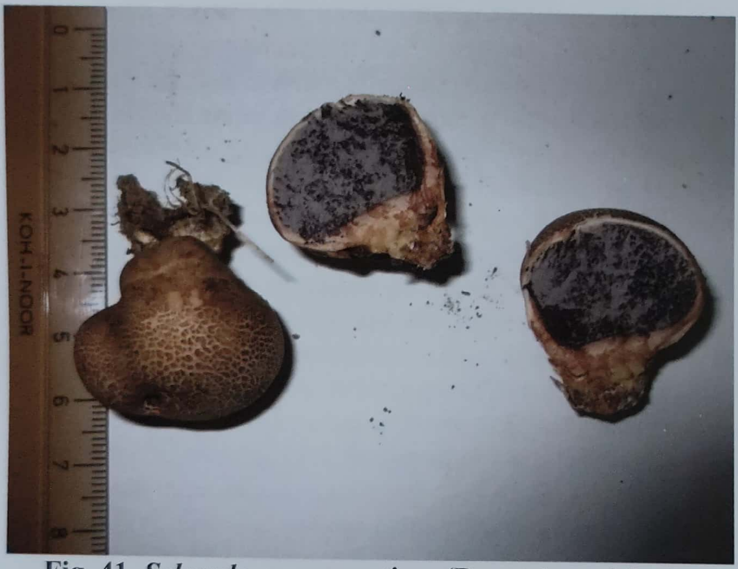


Fig. 41. ***Scleroderma aurantium*** **(Buretele cerbilor)**

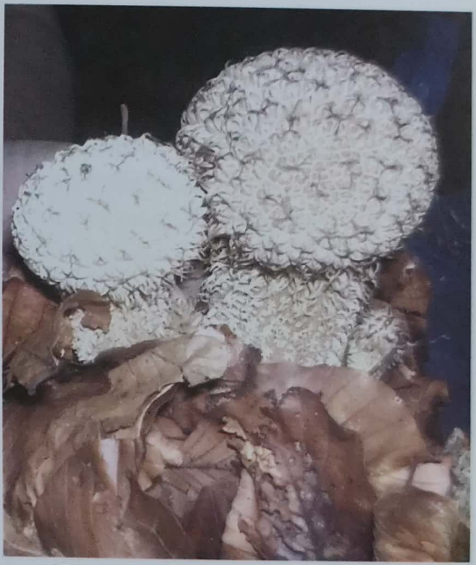


Fig. 42. ***Lycoperdon echinatum***

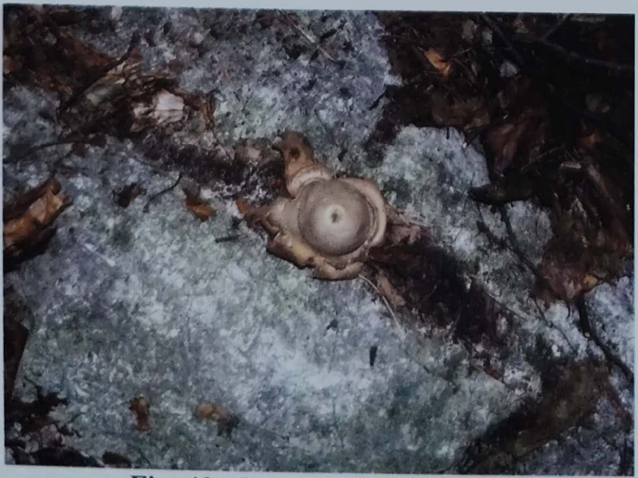


Fig. 43. ***Geastrum triplex***

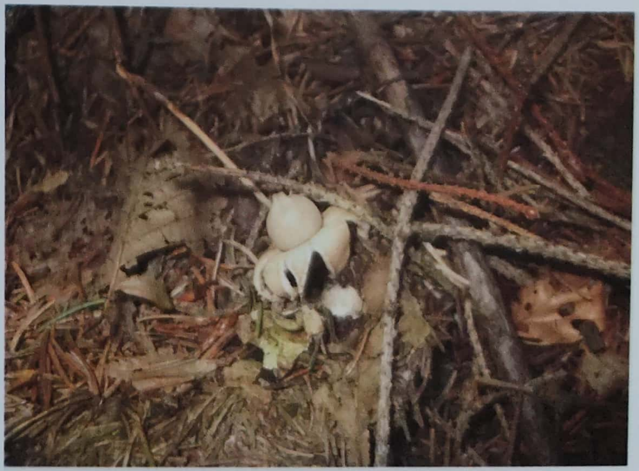


Fig. 44. ***Geastrum fimbriatum*** **(Steaua pământului)**

Planşele color au fost reproduse astfel: 1-6; 9-22; 28-33; 41-44 (colecţia pesonală drd. **Ioana Ciortan**); 7-8; 23-26; 34-38; 40 (după **Soó**); 27, 39 (după **Kallenbach**, din Harder).

Dintre acestea, cele mai des întâlnite sunt: ochratoxinele produse, pe cariopsele de cereale, de către *Aspergillus ochraceus* şi *Penicillium viridicatum*; aflatoxinele produse de *Aspergillus flavus* şi *A. parasiticus* pe alunele de pământ, porumb şi mei; fumonisinele produse, pe porumb, de către *Fusarium moniliforme.*

Ochratoxinele au fost implicate într-un tip de atrofie renală umană în România, Bulgaria şi fosta Iugoslavie, în vreme ce aflatoxinele pot produce cancerul la toate animalele testate şi mai ales cele mai severe carcinoame. Interesant este faptul că aflatoxinele au apărut nu numai în plantele folosite ca hrană ci şi în hrana animală pe care o consumăm sub formă de ouă, carne şi produse lactate. Este un lucru dovedit ca cert că aflatoxinele produc şi cancerul de ficat la oameni. Fumonisinele, deşi descoperite mai recent, se consideră că produc cancerul uman de esofag, o boală neurologică fatală la cai şi o afecţiune respiratorie fatală la porci. Alte specii de *Fusarium* sunt cunoscute, de asemenea, ca producătoare de toxine şi au fost utilizate ca agenţi biologici de război în Vietnam şi Afganistan.

Referitor la micotoxine, să amintim aici şi pe *Claviceps purpurea*, o ciupercă parazită pe ovarele de secară dar şi alte graminee. În locul cariopselor se formează nişte structuri negre-violacee, de forma unui corn, numite scleroţi. Scleroţii conţin mai multe tipuri de alcaloizi toxici, din grupa ergotaminelor şi ergotoxinelor. Aceştia sunt otrăvitori nu numai pentru erbivore sălbatice sau domestice atunci când pasc iarba sau se hrănesc cu secara infectată, dar şi pentru oamenii care consumă pâinea de secară contaminată cu scleroţi. În trecut, când se consuma mai ales pâine din secară, oamenii au suferit de o boală oribilă, denumită „Focul Sfânt" sau „Focul Sfântului Anton". Denumirea derivă de la faptul că indivizii contaminaţi simţeau că părţi din corpul lor luau foc, din cauza unui flux sangvin foarte ridicat. Mulţi dintre ei au sfârşit în chinuri groaznice. Otrăvirea datorată alcaloizilor toxici din *Claviceps purpurea* poartă acum numele de ergotism. Simptomele includ isterie, halucinaţii şi convulsii, ca de altfel şi vărsături, diaree urmată de deshidratare. Pot să apără şi leziuni pe membrele corpului şi în final cangrene. Când alcaloizii sunt consumaţi în cantităţi mari, o dată cu pâinea obţinută din secara infectată, survine moartea.

Epidemiile de ergotism erau obişnuite în Europa Evului Mediu. E cunoscut faptul că ergotismul l-a împiedicat pe Petru cel Mare, ţarul Rusiei, să cucerească porturile de la Marea Neagră, pentru vastul său imperiu. Soldaţii care asediau porturile au mâncat cu precădere pâine de secară şi şi-au hrănit caii cu secară. Soldaţii au intrat în convulsii iar mulţi dintre ei au murit. De asemenea, s-au îmbolnăvit grav şi caii, de „căpială" şi mulţi au murit.

Izbucnirile sporadice de ergotism, după unii cerecetători, ar putea fi cauzele pentru fertilitatea scăzută şi mortalitatea ridicată, din sec. 14 până în sec. 18, din Europa.

Folosirea ca hrană a corpurilor-fructe (sporofori) de la unele ciuperci sălbatice, în necunoştinţă de cauză, poate duce la otrăviri grave sau chiar la moarte. Ca în multe alte ţări şi în România au fost mediatizate mai multe cazuri de intoxicări cu ciuperci, însă, explicaţiile n-au fost cele ştiinţifice. Orice începător trebuie să aibă înţelepciunea ca, înainte de a consuma o ciupercă să o ducă la un expert pentru a o identifica.

Efectele otrăvirii cu ciuperci variază foarte mult şi depind de mulţi factori, în primul rând de specia care a fost consumată.

Simptomele otrăvirii pot să apară rapid (în câteva ore de când a fost consumată *Amanita muscaria*) sau pot să întârzie mai mult (10-24 ore) (la *A. phaloides*). Acestea variază de la deranjamente gastrointestinale minore la afecţiuni ale sistemului nervos sau tulburări severe ale ficatului şi rinichiului. Dacă nu se intervine rapid, poate surveni moartea.

Speciile ascomicetei *Helvella* sunt, de asemenea, foarte otrăvitoare şi trebuie să fie corect identificate pentru a nu fi confundate cu zbârciogii (*Morchella sp.*), la care unele forme ecologice din unele ţări, sunt comestibile.

Alergiile. Componentele fungice susceptibile de efecte nocive cum ar fi alergiile sunt: substanţe elaborate de ciuperci cum sunt compuşi organici volatili (alcooli, aldehide, cetone) + micotoxinele dar şi constituenţi ai peretelui sporilor şi miceliului, ca de exemplu glucanul, agent inflamator al conjunctivei şi căilor respiratorii superioare.

Substanţele iritante de tipul glucanilor şi compuşilor organici volatili, micotoxinele, substanţele imunogene, producătoare de imunoglobulina G (Ig G), substanţele alergene, producătoare de imunoglobulina E (Ig E) determină efecte nocive de tipul iritaţiilor simple şi reacţiilor inflamatorii, efecte infecţioase, efecte toxice (cu timp de latenţă scurt sau îndelungat) şi reacţii alergice şi imunologice.

Ciupercile sunt aero-alergene (atmosferice, dar şi domestice, 20-66% din locuinţe prezentând probleme de contaminare fungică sau probleme de umiditate). Sporii fungici şi elementele miceliene inaparente sunt omniprezente în mediu, ceea ce duce la un contact permanent al omului cu aceştia şi la apariţia frecventă a reacţiilor alergice provocate prin inhalare, la persoane sensibile.

Manifestările clinice sunt foarte variate: manifestări oculare (conjunctivite), manifestări respiratorii (micoze broncho-pulmonare alergice, astm, bronşite alergice), manifestări cutanate (urticarie, eczeme, dermatite atopice), efecte sistemice (dureri de cap, oboseli, efecte neurotoxice determinate de micotoxine).

B. CIUPERCI FOLOSITOARE

1. Ciupercile ca sursă de medicamente

În ceea ce priveşte compuşii importanţi din punct de vedere medicinal, ciupercile s-au dovedit a fi un grup de organisme foarte important. Cel mai important grup de compuşi, descoperiţi în unele specii de fungi, l-au reprezentat, desigur, cei cu acţiune antibacteriană. Primul dintre aceştia a fost penicilina.

Primele date privind proprietăţile antibacteriene ale mucegaiului *Penicillium chrysogenes* le-a oferit microbiologul englez A. Fleming în 1928 şi, ulterior, descoperirea penicilinei ca primul medicament minune. Mare parte din cercetările ulterioare, privind prepararea industrială a acestui medicament, au fost realizate de A. Fleming la Departamentul de Agricultură al SUA, într-un centru de cercetare de la Peoria, Illinois. Tulpina cea mai importantă de *P. chrysogenes*, utilizată în cerecetările sale, a provenit dintr-un cantalup (varietate de pepene galben cu fructul turtit) mucegăit, descoperit într-o magazie din Peoria. Impulsionarea cercetărilor în acest domeniu a fost determinată de cel de Al Doilea Război Mondial. Înainte ca penicilina să devină disponibilă pe scară largă, o infecţie provenită dintr-o zgârietură, putea, uneori, să ducă la amputarea unui membru sau chiar să provoace moartea.

Un alt grup de antibiotice îl reprezintă cefalosporinele obţinute din ciuperca *Cephalosporium acremonium*. Aceşti compuşi, ca şi penicilina, distrug bacteriile prin inhibarea enzimelor implicate în biosinteza pereţilor celulari.

Un compus important extras din ciuperci, cu un puternic efect pe scena biomedicală în ultimii ani, este ciclosporina. Aceasta a fost descoperită, la începutul anilor 1970, în ciupercile *Cylindrocarpon lucidum* şi *Tolypocladium inflatum*, care au fost izolate din mostre de sol şi apoi cultivate pe medii artificiale. Ciclosporina s-a dovedit a fi un agent imunosupresor extrem de eficient în anumite transplanturi de organe, considerate azi proceduri medicale de rutină.

Aceste substanţe, sau derivate ale lor, oferă speranţe în tratamentul unor boli autoimune, cum ar fi diabetul juvenil, artrita reumatoidă, scleroza multiplă etc.

În sporoforii unor specii de *Calvatia* şi la *Langermannia gigantea* au fost descoperite antibiotice şi urmează să fie cercetate mai în amănunţime.

Recent s-a identificat o specie de ciupercă ascomicetă (*Taxomyces andreanae*) din care se poate produce taxol, (obţinut în mod curent din coaja de tisă (*Taxus baccata*) şi care s-a dovedit promiţător în tratamentul cancerului ovarian.

Corpurile-fructe (sporoforii) de la unele macromicete (mai ales *Basidiomycetes*) au început să fie utilizate în medicina naturistă. Ciuperca *Ganoderma lucidum* (Lingura zânei) se cultivă pentru recunoscutele virtuţi medicinale dar şi ca hrană pentru om. În America de Nord covoarele de micelii ale ciupercii *Fomitopsis officinalis* (un fel de iască) provenite din lemnul degradat de aceasta, erau folosite de tăietorii de lemne pentru a opri sângerările produse de rănile de topor (după Gilbertson, 1980, in Alexopoulus, 1996).

2. Ciuperci ca alimente

Cultivarea ciupercilor pentru hrana omului a început în China, în anul 600 după Hristos. În Europa, cultura ciupercilor a început în Franţa prin anii 1650. Din Franţa, această îndeletnicire s-a răspândit în celelalte ţări europene şi prin Anglia a ajuns şi în SUA, în jurul anilor 1870. De atunci producţia comercială de ciuperci a crescut continuu în SUA, Mexic şi unele state din Sud-Estul Asei.

Majoritatea cultivatorilor s-au concentrat asupra ciupercii de fâneaţă (*Agaricus brunnescens* = *A. bisporus*), care poate fi uşor cultivată pe substraturi ieftine, aşa numitele deşeuri: bălegar, rumeguş, paie, tulpini de tutun etc. În afară de gustul plăcut (de ciupercă!) sporoforii acesteia au şi valoare alimentară semnificativă. De exemplu, la *Agaricus bisporus*, conţinutul în aminoacizi esenţiali este mai ridicat decât în toate legumele, cu excepţia spanacului şi soiei.

Unele ciuperci, pe lângă valoarea alimentară, au şi valoare medicinală ca antitumorale până la efecte hipocolesterolemice. Mai mult decât atât, au fost dovedite şi efecte afrodisiace sau unele specii pot duce chiar la stagnarea procesului de îmbătrânire.

În grupa ciupercilor comestibile sunt de amintit zbârciogii (*Morchella sp.*) (după opărire şi aruncarea apei) şi trufele (*Tuber sp.*), frecvente şi în România, care sunt foarte apreciate pentru gustul lor şi se vând foarte scump. Sporoforii zbârciogilor apar doar timp de câteva săptămâni primăvara şi doar în anumite zone geografice. Căutarea lor a devenit în unele ţări (mai puţin în România) o activitate comună, făcută în timpul liber (la sfârşit de săptămână sau în concediu) de multe persoane, uneori de familii întregi. În unele ţări, unde există forme ecologice de *Morchella* cu mare valoare alimentară, se încearcă cultivarea lor pentru a putea fi găsiţi în restaurante şi băcănii, aşa cum se regăsesc sporoforii de *Agaricus bisporus* şi *Pleurotus ostreatus*, printre cele mai cultivate ciuperci comestibile în multe ţări de pe toate continentele. Trufele au sporoforii subterani şi sunt asociaţi cu rădăcinile unor arbori foioşi (stejar, fag etc.). Aceştia sunt căutaţi de animale sălbatice (mistreţi, cerbi, căprioare) dar pot fi descoperiţi şi de om, dar numai cu ajutorul unor câini sau porci dresaţi în acest sens.

Alte ciuperci sălbatice comestibile, frecvente şi în România, fac parte din genurile: *Boletus* (*B. edulis*, *B. granulatus* ş.a); *Agaricus* (*A. campester*, *A. arvensis*); *Lactarius* (*L. deliciosus*, *L. piperatus*); *Macrolepiota* (*M. procera*); *Cantarellus* (*C. cibarius*); *Craterellus* (*C. cornucopiodes*); *Ramaria* (*R. flava*, *R. aurea*); *Amanita* (*A. rubescens*, *A. caesarea*); *Armillaria* (*A. mellea*); *Calvatia* (*C. excipuliformis*) ş.a. La cele mai multe dintre acestea, sporoforii apar la sfârşitul verii şi toamna. În ultimul timp, culegerea ciupercilor comestibile, în multe zone ale ţării, a devenit o ocupaţie frecventă, făcută deseori de toţi membrii familiei. Pe lângă culegătorii de „bureţi", care îi comercializează prin firme specializate, apar şi culegătorii particulari, echipaţi corespunzător, care străbat pădurile de la munte în toate sensurile şi culeg ciupercile comestibile pentru uzul personal. În zona Petroşani, pe Valea Jieţului (Jud. Hunedoara) şi în zona Obârşia Lotrului-Vâlcea, în lunile septembrie-noiembrie zeci de autoturisme cu culegători particulari de „bureţi" sunt răspândiţi peste tot. Interesant este faptul că ei au început să cunoască ciupercile comestibile, să le deosebească de cele otrăvitoare, aşa cum a reieşit din discuţiile purtate cu aceştia.

În general, persoanele care strâng şi consumă ciupercile spontane nu au o pregătire corespunzătoare, ci le recunosc mai mult empiric. De aceea, ar fi de dorit organizarea unor Cluburi de Micologie cu specialişti, care să ducă o muncă susţinută pentru educarea publicului larg în acest domeniu. Ar trebui deschise magazine speciale în care să se expună, identificate corect, specii comestibile şi otrăvitoare frecvente în zonă, cu denumirea ştiinţifică, populară, date ştiinţifice privind riscurile la care se expun cei ce consumă la întâmplare ciupercile sălbatice. De asemenea, ar fi necesare şi unele date legate de protejarea unor specii pe cale de extincţie, în condiţiile când sunt colectate sistematic şi de cât mai mulţi pasionaţi de consumul ciupercilor, dar şi de excursioniştii îndrăgostiţi de natură, în timpul concediului sau la sfârşit de săptămână. Pregătirea teoretică trebuie să fie completată cu deplasări pe teren, în grupuri mai mari sau mai mici, cu care ocazie să se identifice corect ciupercile sălbatice.

3. Utilizări industriale ale ciupercilor

Unele ciuperci sunt utilizate pentru aromatizarea brânzeturilor. De exemplu, specii de *Penicillium* sunt folosite pe scară largă la prepararea unor sorturi de brânzeturi, caşcaval etc. cum ar fi Brie, Roquefort, Camembert şi Gorgonzola.

Astfel, enzimele din *Penicillium camembertii* produc textura fină, plăcută a brânzeturilor Camembert şi Brie. *P. roquefortii* conferă aroma iute, de neegalat a brânzeturilor albastre precum Roquefort şi Gorgonzola, Danish Blue, Stilton ş.a. Noul sort de brânzeturi Cambozola combină textura Camembertului cu aroma insistentă de Gorgonzola. *Aspergillus oryzae* a fost utilizat în ţările din estul îndepărtat pentru a transforma proteina din soia în delicatese, cum este sosul de soia (sau varianta sa dulce, Ket-jap, care a devenit în engleză ketchup).

Specii ale genurilor *Rhizopus*, *Mucor*, *Actinomucor* sunt folosite pentru a spori digestibilitatea unor produse din orz şi soia şi a atribui acestora arome de carne. Ciuperca *Fusarium graminearum* a fost folosită în Marea Britanie pentru obţinerea unor micoproteine de calitate ridicată, care pot fi utilizate în mai multe mâncăruri fără carne.

Un număr de drojdii (drojdia de brutărie, drojdia de bere ş.a.) sunt capabile să producă mari cantităţi de proteine chiar şi atunci când sunt cultivate pe substraturi considerate produse uzate.

Aceste proteine au însă un procent scăzut de aminoacizi esențiali necesari omului și animalelor, dar cu un conținut ridicat de acizi nucleici, care duc la probleme de sănătate atunci când sunt consumați de oameni.

Orice plantă sau parte din plantă care conține zahăr sau dextroză poate fi utilizată la fabricarea alcoolului. *Saccharomyces cerevisiae* (Drojdia de brutărie) are abilitatea de a converti glucoza (şi nu amidonul!) în alcool etilic şi bioxid de carbon. La fabricarea produselor de panificație, CO_2 este produsul important care duce la creşterea aluatului şi a pâinii, prin bulele ce se eliberează în timpul fermentației. Alcoolul etilic este produsul final important la fabricarea berii şi a vinurilor. Vinurile sunt făcute din fructe, în special struguri, la care, în urma fermentației, produsă de drojdia vinului (*Saccharomyces ellipsoideus*), se transformă zahărul din fructe în alcool etilic şi CO_2. La fabricarea unor vinuri de desert, strugurii sunt lăsați intenționat pe câmp pentru a fi infectați cu ciuperca *Botrytis cinerea*, ce produce „Putregaiul nobil”, care sporeşte dulceața strugurilor (în perioadele secetoase).

În afara vinurilor, alte băuturi sunt obținute în urma fermentațiilor produse de unele specii de ciuperci. „Tequila” este o băutură fermentată ce se obține din planta *Agave tequilana*, din America Centrală; vodka se obținea inițial din grâu, iar acum și din secară sau mei; berea din orzoaică, orz, secară, cartofi sau porumb; sake se prepară din orez; secărica din secară; busa, kefir sau koumiss din laptele fermentat al diferitelor specii de animale.

Drojdiile sunt incapabile să metabolizeze amidonul. De aceea, orice fermentație care implică grăunțele de cereale, obligatoriu include o fază în care amidonul este convertit în zaharuri. Acest lucru poate fi realizat prin mălțuire (umezire a grăunței, urmată de o încălzire uşoară pentru a induce germinarea, timp în care amilaza transformă amidonul în zaharuri).

Există şi drojdii furajere care se cultivă pe deşeuri: lemn hidrolizat cu acizi (pentru a se descompune poliglucidele în monoglucide ce pot fi descompuse de drojdii), melasă etc. Ele produc proteine bogate în aminoacizii esențiali, necesari în hrana oamenilor.

Ciupercile au fost folosite industrial pentru a produce, în afară de alcool etilic, şi alte substanțe chimice: ergosterol, cortizon, diferite enzime (celulaza, catalaza, lactaza, lipaza), acizi precum cel fumaric, lactic, citric, succinic şi oxalic; substanțe de creştere a plantelor, cunoscute sub numele de gibereline (din ciuperca *Gibberella fujikuroi*); vitamine din grupa B obținute din drojdii. Se fac eforturi mari în cadrul procedurilor ingineriei genetice pentru a mări producția de produse variate, inclusiv cele de mai sus.

C. CIUPERCI SIMBIONTE

Nu toate ciupercile au efecte negative asupra plantelor superioare. Hifele unor ciuperci alcătuiesc cu rădăcinile plantelor asociații specializate denumite micorize (gr. myces-ciupercă; rhiza-radăcină). Aceste structuri asigură beneficii semnificative atât ciupercilor cât şi plantelor gazdă. La început, micorizele erau considerate ca rar răspândite şi semnificative doar la orhidee. Acum este stabilit că peste 90% dintre plantele vasculare au nutriție simbiontă cu ciuperci alcătuind micorize: ectotrofe, endotrofe, ectoendotrofe şi peritrofe.

Se deosebesc specii obligate şi facultativ micotrofe. Micorize ectotrofe se întâlnesc la majoritatea coniferelor, la angiospermele primitive *Hamamelidales*, la majoritatea arborilor foioşi şi la numeroaşi pomi fructiferi. De asemenea, au nutriție micotrofă (endomicorize) arbuştii şi semiarbuştii din fam. *Ericaceae*: *Vaccinium sp.*, *Rhododendron myrtifolium*, *Bruckenthalia spiculifolia*, *Calluna vulgaris*, *Loiseleuria procumbens* ş.a. Astfel se explică răspândirea largă în zonele montane şi participarea la edificarea mai multor fitocenoze, prin abundența şi dominanța lor. Şi la plante de cultură, micoriza (de cele mai multe ori endotrofă) este larg răspândită: la căpşun, tomate, mazăre şi unele specii de graminee cum ar fi: *Holcus lanatus*, *Molinia caerulea*, *Festuca airoides*, *Nardus stricta*, *Agostis canina* (după Tr. Săvulescu, 1933). În condiții naturale, orhideele fără micoriză endotrofă nu pot continua germinarea semințelor, foarte mici şi practic fără nici un fel de țesut nutritiv.

Sunt lipsite de micorize plantele din familiile: *Cyperaceae*, *Brassicaceae*, *Plumbaginaceae*.

Dintre ciuperci, nu formează micorize *Oomycetele* şi *Chytridiomycetele*. Cele mai numeroase ciuperci superioare, dintre ascomicete şi bazidiomicete (cele mai multe cu pălărie şi picior) dar şi unele zigomicete (Endogone) formează micorize cu numeroase plante lemnoase şi erbacee.

Adesea, anumite ciuperci nu formează sporofori decât când trăiesc în simbioză cu anumite specii de arbori: *Leccinum scabrum*, *L. testaceoscabrum* sunt legate prin nutriția lor de mesteacăn; *L. vulpinum* este legat de pinul cu două ace; *L. quercinum* de stejar; *L. aurantiacum* de plopul tremurător; *L. carpini* de carpen, alun şi plopul tremurător (după A. Bresinsky, din Strasburger, 1999).

Simbiozele micoriza pot să degenereze sau să se dezvolte la legături pur parazite, când ciuperca este parazită pe planta superioară sau planta superioară, care a servit inițial ca gazdă, poate deveni parazită a ciupercii (ex. orchideea *Neottia nidus-avis* – Cuibușorul).

Simbioza cunoscută și îndelung cercetată o reprezintă cea dintre o specie de ciupercă și o anumită specie de algă verde sau albastră, care alcătuiesc o unitate biologică – lichenii (este prezentată în capitolul respectiv).

Cunoașterea și folosirea micorizei este importantă la împădurirea unor terenuri inițial nude. Ca să reușească împădurirea, arborii pot fi infectați cu părți de înmulțire ale ciupercii prin inoculare sau prin aducerea de sol din pădurea sau pepiniera de unde au fost aduși puieții.

Rolul micorizelor în biologia plantelor

Micorizele conferă plantelor numeroase avantaje, dintre care, cele mai importante sunt legate de creștere și dezvoltare. Hifele ciupercilor funcționează ca adevărate organe absorbtive radiculare. Suprafața de contact cu substratul este mult mai mare în cazul hifelor decât a perișorilor radiculari, astfel, și absorbția nutrienților este mai intensă. Ciupercile induc, prin anumite substanțe pe care le elimină, creșterea în lungime și ramificarea acestora creând astfel suprafețe mai mari de legare a hifelor miceliene și de explorare a solului în toate direcțiile. Rădăcinile nu mai formează perișori absorbanți și funcția lor este preluată de hifele miceliene, care măresc raza de disponibilitate a nutrienților pentru plante. Cu timpul, în jurul micorizelor apar zone cu deficit de substanțe nutritive, dar alungirea continuă a hifelor și ramificarea acestora permit explorarea extensivă a substraturilor așa cum n-ar fi putut realiza perișorii absorbanți. Ciupercile produc și substanțe de creștere (auxine, citokinine) care, pe lângă stimularea creșterii, împiedică maturarea și suberizarea rădăcinilor infectate, prelungind, astfel, viața fiziologic activă a acestora, mai îndelungată decât a celor fără micorize.

Reacțiile mutual-simbiotice dintre ciuperci și plante favorizează planta, care prezintă vitalitate și fructificare corespunzătoare, dar și ciuperca are avantaje prin faptul că formează corpuri-fructe, care, în lipsa rădăcinilor arborilor nu s-ar forma. Un arbore izolat la marginea pădurii sau într-o pajiște prezintă o stare precară de vegetație în raport cu aceeași specie din pădure, tocmai datorită lipsei micorizei.

Simbioza dintre ciuperci și animale

Animalele specializate pentru o înmulțire limitată (cum ar fi sugătorii de sânge, insectele care se hrănesc cu lemn sau seva din plante) poartă pe anumite regiuni ale tractului lor digestiv sau în organe speciale așa numitele micetoame, adică simbionți și anume bacterii și drojdii. Transmiterea la generațiile următoare a acestor micelii simbionți se face prin diferite mecanisme.

Simbionții ciuperci fac posibilă fărâmițarea hranei (lemnul în cazul larvelor viermilor de lemn), dar la rândul lor aceștia pot fi consumați de animal. Cariile de lemn se hrănesc datorită ciupercilor din tractul lor digestiv, care descompun lemnul. Deci simbionții completează metabolismul gazdei în moduri variate.

Furnicile-croitor ale frunzei, răspândite la tropice, cultivă, în construcțiile lor subterane miceliul unei specii de ciuperci, ale căror capete de hife îngroșate le servesc ca hrană proteică. Ciuperca ce descompune celuloza este îngrijită de anumite specii de furnici, pe un substrat de frunze măcinate de ele și transportate la construirea unui nou cuib. La termite, miceliul de ciupercă (aparținând la *Agaricales*, din genul *Termitomyces*) este cultivat cu grijă pentru a servi ca hrană reginei și larvelor. O semnificație asemănătoare o au așa numitele ciuperci-ambrosia, care trăiesc în tractul digestiv al gândacului de scoarță (*Coleoptera, Anobiidae*) și servesc ca hrană larvelor gândacului.

D. CIUPERCI CARNIVORE

Ciupercile carnivore sunt paraziți facultativi care prind și ingeră (nutriție ingestivă - în cavități ca la animale) mici animale de sol (nematode, rotatorii), alge mobile (*Euglena*) sau bacterii din sol sau din apă, prin diferite mecanisme. Aceste ciuperci pot fi, totuși, cultivate ca saprotrofe pe medii nutritive artificiale obișnuite și își completează hrana ca paraziți facultativi.

Între ciupercile carnivore sunt anumite *Chytridiales* (*Polyphagus euglenae*) și specii ale genului *Arnaudovia*, care sunt specii de neuston (trăiesc la suprafața apei) și prind organisme unicelulare cu ajutorul unor hife lungi penate. Zoopagalele (*Zoopage thamnospira*) (*Zygomycetes*) se hrănesc cu amoebe şi nematode, pe care le consumă cu ajutorul haustorilor care pătrund în interiorul prăzii. Unele specii dintre Fungi Imperfecti prind hrana cu ajutorul ramurilor lipicioase, plase lipicioase sau micelii lipicioase.

Şi unele oomicete sunt adaptate modului de viaţă răpitor (genul *Zoophagus*). Hifele lor formează o secreţie lipicioasă, diferiţi apendici, de care rămân agăţaţi diferiţi rotatorii.

În general, s-au descris circa 80 specii de ciuperci, care, prin diferite mecanisme, prind animale unicelulare pe care le consumă.

B. GRUPE AUTOTROFE

III. Tip de organizare: *LICHENES*

Lichenii reprezintă un grup original de organisme, alcătuit din doi componenţi: fotobiontul (ficobiontul) autotrof – alga şi micobiontul heterotrof – ciuperca. Datorită îmbinării celor două tipuri de nutriţie: autotrofă şi heterotrofă se formează un organism simbiont unic, cu particularităţi morfologice, biochimice şi ecologice calitativ deosebite în raport cu cei doi componenţi luaţi separat.

Corpul vegetativ al lichenilor este un tal nediferenţiat morfologic şi structural în cele trei organe vegetative. El reprezintă o comunitate de viaţă (simbioză) între diferite specii de alge (verzi sau albastre) şi ciuperci (ascomicete mai rar bazidiomicete sau zigomicete).

Concepţia despre natura dublă a lichenilor a fost fondată în a două jumătate a sec. 19 de către botanistul elveţian Schwendener (1860). În sprijinul concepţiei despre natura dublă a lichenilor se aduc următoarele argumente:

- structura anatomică a talului, în care se pot evidenţia celule colorate (algele) şi fire incolore printre celulele de alge, care reprezintă hifele de ciupercă;
- separarea pe cale experimentală a celor doi simbionţi;
- resintetizarea pe medii artificiale corespunzătoare a talului unor licheni din sporii unei ciuperci şi o algă compatibilă, luate din culturi pure omoloage.

Răspândirea şi mediile de viaţă ale lichenilor

Lichenii sunt răspândiţi în toate zonele şi etajele de vegetaţie ale globului, începând cu zonele reci ale regiunilor arctice şi antarctice şi până în zonele calde şi umede ecuatoriale, adesea în locuri stabile extreme de viaţă.

Ei cresc pe cele mai variate suporturi: pe sol, pe stânci golaşe, ziduri, garduri, care adesea sunt complet acoperite de licheni coloraţi, pe coaja arborilor de foioase şi conifere, pe lemn mort etc. La tropice există şi licheni care trăiesc pe frunze (epifili).

Lichenii crustoşi care colonizează stâncile pot dizolva calcarul (dar nu granitul), pregătind astfel substratul pentru rădăcinile plantelor superioare. Puţini licheni pot trăi amfibiu, în ape dulci şi pe sol, iar alţii submers pe stânci din mări sau pe ţărmurile mărilor, stropite permanent de ape.

Cele mai numeroase specii se întâlnesc în pădurile de munte din regiunile temperate şi în pădurile cu umiditate atmosferică ridicată din munţii înalţi de la tropice. De asemenea, în tundră lichenii alcătuiesc, pe întinderi mari, formaţiuni vegetale caracteristice, cu foarte puţine plante vasculare. Lichenii suportă frigul până la -196 ^{0}C, fără a fi vătămaţi, iar la -24 ^{0}C încă pot fotosintetiza. De asemenea, pot suporta şi temperaturi foarte ridicate (până la +100 ^{0}C) fără a-şi pierde viabilitatea.

Mulţi licheni sunt sensibili la poluarea aerului cu gaze de ardere (îndeosebi SO_2), dar şi la scăderea umidităţii atmosferei. De aceea, lichenii sunt mai rar întâlniţi în marile oraşe şi zone industriale. Unii dintre aceştia sunt chiar rezistenţi la astfel de factori de mediu şi pot servi ca indicatori ai gradului de poluare a aerului. Multe specii sunt ameninţate în existenţa lor sau pe cale de dispariţie din cauza a multiple cauze.

Pe lângă specii cu largă răspândire şi amplitudine ecologică mare, există şi unele forme cu areal mai restrâns şi cu capacitate de adaptare ecologică mai mică. Cu privire la arealul lor geografic, se poate întâlni o mare varietate de specii, de la cele cosmopolite până la endemite. Şi ecologia lor se desfăşoară, în limite foarte largi, de la licheni ai locurilor stabile nedefinite până la specii strict specializate pe locuri stabile extreme.

În funcţie de substrat, lichenii se împart în două grupe: euritopi şi stenotopi. Euritopi sunt lichenii larg răspândiţi, nepretenţioşi la natura substratului. De exemplu, *Xanthoria parietina* (Lichenul galben) poate creşte pe ziduri, garduri, roci muntoase, coaja arborilor, pe zgură, sticlă, carton, olane, bucăţi de plumb, fier, coarne de animale, pe briofite, pe carpofori bătrâni de iască.

Speciile stenotope sunt cele întâlnite numai pe anumite substraturi stabile şi acestea sunt cele mai numeroase. Ca exemplu se pot da lichenii epilitici, care cresc pe rocile montane.

Răspândirea în natură a lichenilor este condiționată de mai mulți factori, cum sunt: capacitatea de a rezista la anumiți factori nefavorabili de mediu, înmulțirea în masă, viteza şi distanța de răspândire a diasporelor dar şi factori de mediu extern ca: temperatura, umiditatea, lumina. Unii licheni pot rezista la variații mari ale temperaturii mediului şi se numesc specii euriterme (ca *Peltigera canina, Rhizocarpon geograficum* ş.a.), care se pot întâlni din regiunile arctice până în cele tropicale.

Morfologia talului lichenilor

Configurația talului lichenilor este dată de către ciupercă şi numai în rare cazuri depinde de algă, la lichenii gelatinoşi (*Collema*) sau filamentoşi (cum ar fi *Ephebe sp.*).

După configurația exterioară se pot deosebi o serie de forme de creştere deosebite ale talului, cărora mai înainte li s-a atribuit o mare importanță în sistematica lor. Deoarece, chiar la speciile unui gen se pot întâlni forme diferite de creştere, în taxonomia modernă, conformației exterioare a lichenilor îi revine un rol subordonat.

Formele de tal

Deşi sunt destul de variate, acestea se pot deriva de la trei tipuri morfologice: crustos, foliaceu şi fruticulos. Între acestea există numeroase forme de trecere.

1. Lichenii crustoşi. Au aspectul unor cruste, granule, masă pulverulentă sau simple proeminențe, care sunt strâns alipite de substrat cu toată suprafața inferioară. Lipseşte scoarța şi din măduvă pornesc hife-rizoid care fixează talul de substrat şi îl pătrund până la o anumită adâncime (stânci, coaja arborilor sau sol). Ei nu pot fi desprinşi decât cu o porțiune de substrat. Uneori, lichenul cu greu poate fi evidențiat de substrat, mai ales după schimbarea culorii acestuia sau după apariția corpurilor de fructificare ale ciupercii.

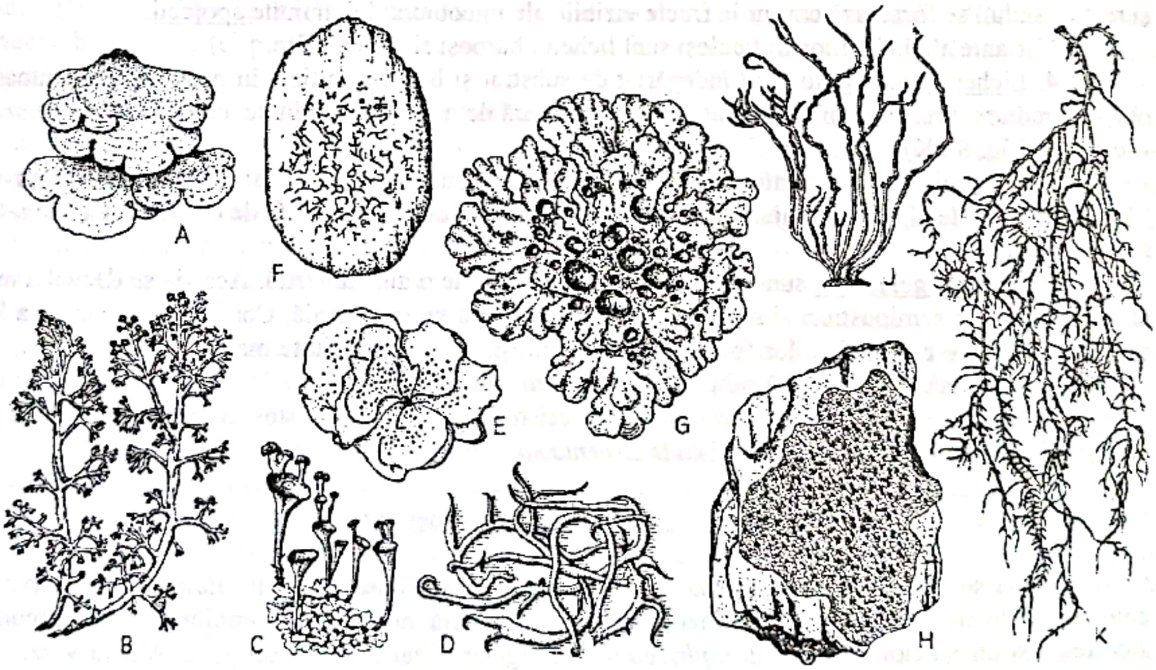


Fig. 87. *Lichenes:* A - *Dictyonema* (*Cora*) *pavonia*; B – *Cladonia rangiferina*; C – *Cladonia pyxidata* (tal cu podeții în formă de cupă); D – *Thamnolia vermicularis*; E – *Dermatocarpon miniatum*; F – *Rhizocarpon geographicum*; I – *Roccella boergesenii*; K – *Usnea florida* (după Măgdefrau, din Strasburger, 1999)

Aceşti licheni pot fi : epigei (pe pământ); epifloici (pe ritidomul arborilor); epilitici (pe stânci); epifili (pe frunze). Pot fi şi cufundați în substrat (endolitici), ca de ex. *Verrucaria*; sau endofloici (sub scoarța arborilor), ca de ex. specii de *Graphis* (fig. 87-F).

2. Lichenii foliacei au o structură mai complicată, dorso-ventrală. Sunt extinşi pe substrat şi fixaţi de acesta prin cordoane de hife miceliene, care alcătuiesc rizinele. Aceşti licheni au aspectul unei frunze întinsă la suprafaţa substratului, cu marginea lobată sau crestată. Deoarece sunt fixaţi de substrat în puţine puncte, pot fi detaşaţi cu uşurinţă, fără a fi vătămaţi: *Parmelia* (fig. 87-G), *Cladina, Peltigera, Physcia* ş.a.

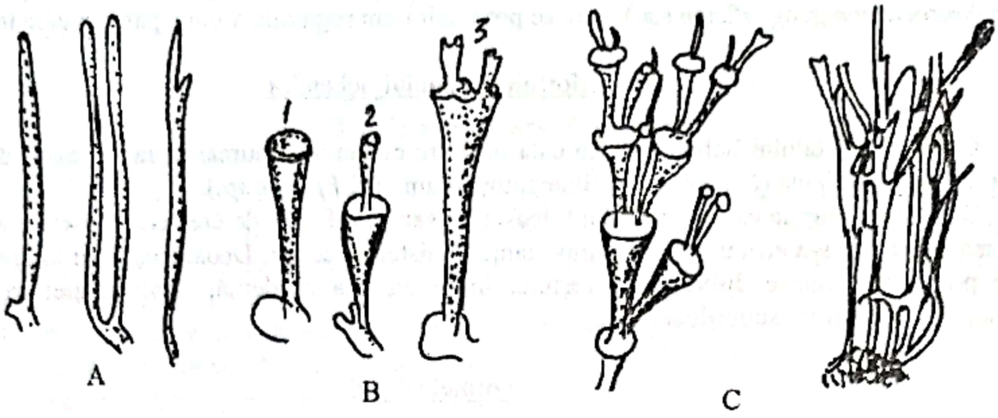


Fig. 88. Forma podeţiilor la *Cladonia*: A – cilindrică (baciliformă); B – scafoidă (cupuliformă); C – ramificată (după Uspenskaia, din Gorlenko)

3. Lichenii fruticuloşi sunt cei care se aseamănă cu o tufă în miniatură. Se fixează de substrat numai cu o bază îngustă şi se ramifică în forma arbuştilor. În sens restâns, aici aparţin forme care cresc geotrop negativ (vertical de jos în sus) şi se ramifică abundent. La genurile *Cladonia* (fig. 87 B, C), *Stereocaulon*, talul este mic, foliaceu, cu durată scurtă şi pe el se ridică podeţiile, structuri în formă de trompetă, cupă sau arbustiv ramificate (fig. 88). De cele mai multe ori, pe podeţii, care conţin alge, ca şi restul talului, se formează corpurile fructe vizibile ale micobiontului, numite apotecii.

Variante ale lichenilor fruticuloşi sunt lichenii bărboşi şi lichenii fire.

4. Lichenii bărboşi au talul îndepărtat de substrat şi bogat ramificat în porţiuni filamentoase, obişnuit radiare. Prezenţa lor în anumite zone este legată de o sporită umiditate atmosferică: *Alectoria, Usnea* ş.a. (fig. 87-K).

5. Lichenii fire au o conformaţie foarte gingaşă, cu aspectul unor filamente alcătuite dintr-un filament central de algă şi înconjurat de un înveliş mai puţin compact de hife de ciupercă (ex. *Ephebe, Racodium* ş.a).

6. Lichenii gelatinoşi sunt cei la care fotobiontul este o algă albastră. Aceştia se dezvoltă mai ales în pustiuri şi semipustiuri şi se evidenţiază mai ales pe vreme umedă. Configuraţia externă a lor este asemănătoare cu a lichenilor foliacei sau fruticuloşi, însă la umiditate mare devin gelatinoşi. Pe vreme uscată seamănă cu o pieliţă subţire. Ex. *Collema, Mallotium* ş.a.

Forme de trecere între lichenii crustoşi şi cei foliacei sunt cei crustoşi în centru şi foliacei pe margine; între cei foliacei şi fruticuloşi ca la *Evernia sp.*

Anatomia talului lichenilor

Într-o secţiune prin tal, analizată la microscop, se pot observa celule fără culoare şi celule colorate. Celulele purtătoare de pigmenţi asimilatori poartă numele de fotobionţi sau ficobionţi. Acestea aparţin algelor verzi (*Chlorophyceae*) sau algelor albastre (*Cyanophyta*). Algele verzi din alcătuirea lichenilor aparţin la genurile: *Coccomyxa, Cystococcus, Trebouxia, Chlorella* şi *Trentepohlia*, iar algele albastre unicelulare sau filamentoase sunt din genurile *Chroococcus, Gloeocapsa, Nostoc, Scytonema* ş.a.

Celulele fără culoare aparţin la ciuperci (micobionţi), de cele mai multe ori ascomicete şi în special cele care formează apotecii, mai rar peritecii. Rareori acestea aparţin la bazidiomicete sau ciuperci inferioare (*Zygomycetes*).

Apartenenţa ciupercilor la clase diferite dovedeşte clar că lichenii au apărut independent şi pe diferite căi în cursul evoluţiei. De aceea, de cele mai multe ori, ei sunt consideraţi unităţii morfologice şi fiziologice şi nu evolutive.

Din viața în comun a celor doi componenți apar şi caracteristici noi ale celor doi simbionți. Astfel, datorită simbiozei îndelungate, atât ciupercile cât şi algele îşi pierd autonomia lor. Ciupercile din talul lichenilor nu pot creşte liber în natură ci numai în legătură cu algele, cu care alcătuiesc simbioza. La fel şi unele alge simbionte nu sunt cunoscute în stare liberă ci numai ca fotobionți în structura talului unor licheni, cum ar fi specii ale genurilor *Trebouxia, Coccomyxa*.

După modul cum sunt distribuiți cei doi componenți ai lichenilor în talul lor, se întâlneşte o structură homeomeră şi una heteromeră.

Structura homeomeră se poate evidenția într-o secțiune transversală într-un lichen gelatinos. În acest tip de tal, considerat cel mai primitiv, se observă o distribuire mai mult sau mai puțin uniformă a algei şi ciupercii, fără nici o stratificare.

Hifele micobiontului sunt împrăştiate în toate direcțiile, iar celulele fotobiontului sunt repartizate uniform în această împletitură de hife miceliene, Ca exemplu se pot da speciile genului *Collema* (fig. 89-A), întâlnit în sudul Europei şi în care fotobiontul este o algă albastră. Pe timp uscat talul lichenului are aspectul unei pojghițe negre sfărâmicioase sau al unei pernițe rugoase, iar pe vreme umedă, datorită îmbibării cu apă a peretelui fotobiontului, ia aspect galatinos. Mucilagiul algei albastre *Nostoc* este străpuns în creştere de hifele ciupercii. Hifele acesteia sunt mai dense spre partea superioară şi inferioară şi se formează o scoarță subțire unistratificată.

Structura heteromeră (fig. 89 B, C). Este structura unui tal în care fotobiontul este limitat la o anumită zonă a sa. Astfel, în secțiune transversală talul apare stratificat, adică alcătuit din câteva straturi diferite structural şi funcțional.

Straturile sunt următoarele:

- scoarța superioară;
- zona gonidială;
- zona medulară;
- scoarța inferioară.

În straturile de scoarță, care se pot dezvolta atât pe fața superioară cât şi pe cea inferioară, hifele ciupercii sunt, de cele mai multe ori, ± strâns împletite, alcătuind paraplectenchimul sau prosoplectenchimul. Hifele din scoarță pot fi cilindrice, întinse şi situate perpendicular pe suprafața talului (la *Roccella*) (fig. 87-I) sau mai lungi, dispuse paralel cu suprafața acestuia (*Alectoria, Usnea*). Uneori, hifele scoarței pot fi ramificate în formă de tufă, puțin compacte sau pot lipsi complet ca la *Cladonia sp.*

Zona gonidială este zona în care sunt concentrate celulele de fotobiont, într-o împletitură laxă de hife miceliene. S-a crezut inițial că celulele algei ar avea rol în înmulțirea lichenului şi de aceea această zonă s-a numit gonidială (de la gr. goneo- zămislire). Această zonă poate avea grosimi diferite. Se poate prezenta ca un strat continuu, dar mai ales sub formă de cuiburi separate, îndepărtate unele de altele de hifele asemănătoare măduvei. La talurile cu structură dorso-ventrală, zona gonidială se află orientată spre partea luminată a talului, iar la lichenii radiari această zonă are aspectul unei mantale cilindrice, situată de jur împrejur, mai reliefată spre partea orientată spre lumină.

Zona medulară are aspect spongios, alcătuită din hife laxe, cu spații pline cu aer, fără celule de fotobiont. Măduva ocupă cea mai mare parte din talul lichenilor. Măduva mai puțin compactă este străbătută de unul sau câteva cordoane de hife dense, mai consistente.

Scoarța inferioară este asemănătoare cu cea superioară. Din măduvă pornesc fascicule de hife miceliene, străbat scoarța inferioară şi formează rizinele, cu care lichenii se fixează de substrat.

La lichenii crustoşi lipseşte scoarța inferioară şi ei se ataşează cu măduva de substrat (fig. 87-C). Din măduvă pornesc hife rizoid cu care se fixează de substrat dar şi absorb apa. La lichenii fruticuloşi (*Usnea, Alectoria*) există o scoarță bine evidențiată de jur-împrejurul talului, urmată de zona gonidială şi măduvă.

Prin diferențe de creştere, între celulele scoarței şi măduvei, în scoarța inferioară pot apărea întreruperi sau afânări ale plectenchimului scoarței, dispuse ordonat sau neordonat. Aceste întreruperi, aproape circulare şi dispuse regulat în scoarța inferioară, poartă numele de cifele. Prin ele se observă măduva albă, dezvelită. Întreruperile dispuse neordonat pe scoarța inferioară poartă numele de pseudocifele şi sunt mult mai frecvente. Şi unele şi altele joacă rol în schimbul de gaze.

În talul lichenilor se pot afla atât alge cât şi ciuperci străine de structura talului, diferite sistematic de cei doi simbionți. Astfel, în unii licheni, la care fotobiontul tipic este o algă verde, poate pătrunde alga albastră *Nostoc*. În acest caz, pe suprafața talului apar excrescențe sub formă de căpşoare, papile sau măciuci, numite cefalodii (fig. 89-K). Acestea au scoarță proprie şi se întâlnesc la lichenii din genurile *Lobaria, Solorina, Stereocaulon, Nephroma* ş.a. Cum alga albastră *Nostoc* are proprietatea de a fixa azotul atmosferic, se consideră că cefalodiile au rol în nutriția lichenilor.

În alte cazuri, la o simbioză normală algă-ciupercă, se poate întovărăşi o altă ciupercă. Aceasta poate conviețui în tal ca parasimbiont sau ca parazit veritabil. Astfel de paraziți sunt cunoscuți la multe specii de licheni.

Există şi licheni care trăiesc ca paraziți în corpul altor specii.

Raporturile dintre fotobiont şi micobiont în talul lichenilor

Interpretarea, cea mai des dată, raporturilor dintre alga şi ciuperca din talul lichenilor, este cea de simbioză mutualistă. Simbiozele lichenilor au luat naştere de mai multe ori şi pe căi deferite de-a lungul evoluției. Micobiontul oferă adăpost şi aprovizionează cu apă fotobiontul, care la rândul său oferă ciupercii substanțe organice fotosintetizate. Ciuperca înconjoară cu hifele sale celulele de alge şi formează pe pereții celulari ai acestora apresorii (fig. 89-E), fără a pătrunde în interiorul celulelor. Ea se hrăneşte numai pe baza mucoasei peretelui algei. Alga reacționează apărându-se prin îngroşarea peretelui celular cu celuloză. Cel mai adesea, însă, de pe hifele ciupercii se formează haustorii (fig. 89 G, H, J). Aceştia se pot hrăni intramembranar, dar de regulă generală, pătrund în interiorul celulelor algale şi consumă produsele metabolismului acestora. Mor câteva celule de alge astfel secătuite, însă simbiontul, ca entitate, se menține şi prosperă pe o perioadă îndelungată de timp.

Ciuperca, în metabolismul glucidelor, este complet dependentă de algă. Ea primeşte de la algă zahăr sau alcooli din zahăr, ca produse ale fotosintezei. La rândul lor, algele sunt dependente de ciupercă prin aprovizionarea cu apă şi ioni minerali. Ciuperca oferă, în împletiturile hifelor sale, şi protecție algei împotriva intensității mari de lumină.

Preluarea apei la lichenii cu fotobionți alge albastre se face numai sub formă lichidă, iar la cei cu alge verzi atât sub formă lichidă cât şi sub formă de vapori, prin intermediul hifelor. Aerisirea şi respectiv schimbul de gaze se face prin pori de respirație.

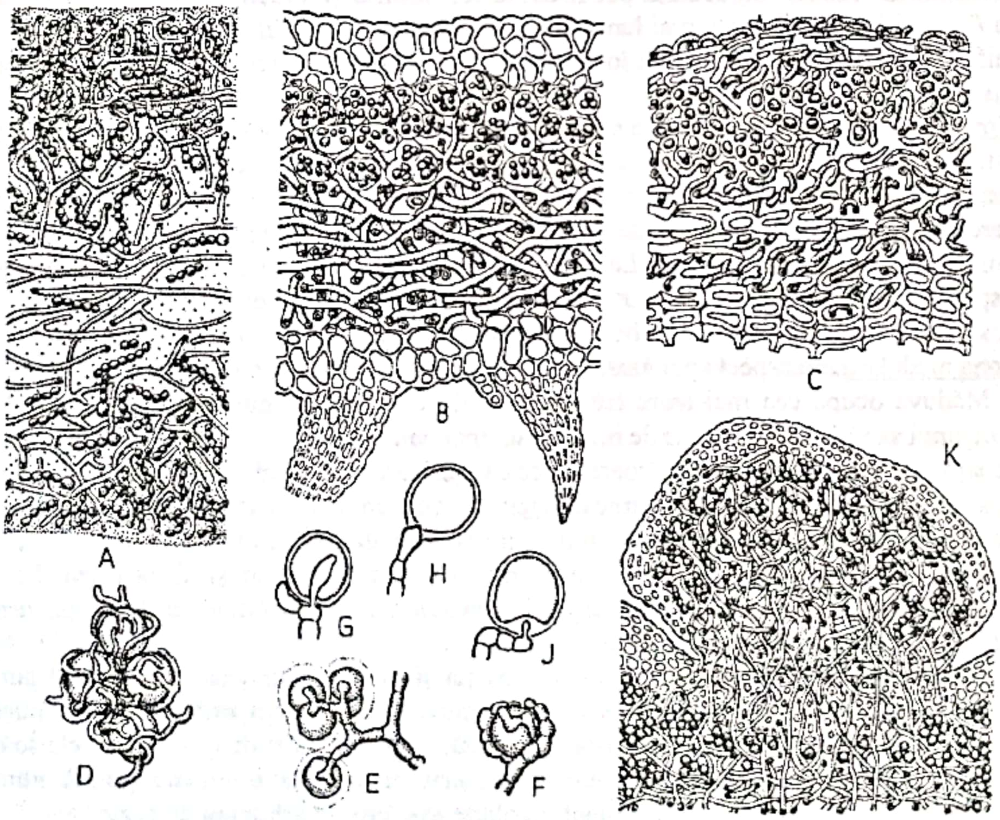


Fig. 89. *Lichenes*: A – *Collema pulposum* (secțiune transversală prin tal homeomer); B – *Sticta fuliginosa* (secțiune transversală prin tal heteromer foliaceu); C – *Graphis dendritica* (secțiune transversală prin tal heteromer crustos); D – soredie de la *Parmelia sulcata*: E-I – haustorii (E – apresorii; F – hife clemă; G – haustori intercelulari; H – haustoriu intramembranos; J – haustoriu intramembranos înlăturat prin depunere de celuloză; K – cefalodie de *Peltigera aphthosa* (A- după Abbayes; B- după Sachs; C- după Bioret; D, K- după Măgdefrau; E, F- după Bornet; G, H- după Tschermak; J- după Plessl, din Strasburger, 1999)

Lichenii care colonizează stâncile însorite suportă nu numai o încălzire înaltă (până la 70 ^{0}C) ci şi o uscăciune completă de până la câteva luni de zile. La umezire, însă, fotosinteza începe din nou după numai câteva minute. Deci, lichenii sunt plante poikilohidre, adică depind de umiditatea mediului ambiant.

Lichenii, ca entităţi independente, produc numeroase substanţe specifice lor, care nu pot fi secretate de componenţii luaţi separat. Este vorba de grupe de substanţe foarte diferite ca: acizi alifatici, depside, depsidone, chinone, derivaţi ai dibenzofuranului etc. Unele dintre ele sunt secretate pe suprafaţa hifelor, în forma unor cristale şi împrumută lichenilor culoarea lor caracteristică.

Înmulţirea şi reproducerea

Algele din talul lichenilor se înmulţesc numai vegetativ. Celulele fotobionte sunt mai mari decât în stare de viaţă liberă, deoarece ca simbionţi sunt împiedicate în divizarea lor.

Celălalt simbiont, micobiontul, formează corpuri-fructe caracteristice, mai ales apotecii (rareori peritecii sau pseudotecii). Corpurile-fructe ale ciupercilor, de cele mai multe ori, nu conţin celule de alge. Excepţie face lichenul *Endocarpon*, la care în himeniul apoteciilor se află şi celule de alge. În acest fel, la azvârlirea sporilor, o dată cu aceştia se respândesc şi celulele de algă. La germinarea sporilor, fiind în preajmă şi alga, se poate forma rapid lichenul. La mulţi licheni se formează şi picnidii cu picnospori, însă rolul acestora nu este pe deplin clarificat.

Înmulţirea lichenilor ca entităţi morfologice, mai ales la cei foliacei şi fruticuloşi, se realizează pe căi vegetative: fragmente de tal sau structuri specilizate: sorediile şi isidiile.

Sorediile (fig. 89-D; fig. 90-B) reprezintă un mijloc de înmulţire vegetativă extrem de eficient. Ele se formează în stratul gonidial şi sunt alcătuite din celule de alge sau grupe de celule de alge, înconjurate de hife de ciuperci, care se separă de celelalte hife din tal. Prin creştere, sorediile împing în sus scoarţa şi apoi o rup. Ele apar pe suprafaţa talului ca sfere mici sau mase pulverulente, împrăştiate pe toată suprafaţa sau în formă de chenar pe marginea acestuia. Transportate de vânt sau de picăturile de apă şi găsind condiţii favorabile, ele formează un nou lichen.

La lichenii foliacei şi fruticuloşi formarea sorediilor este abundentă şi întregul tal apare format numai din soredii repartizate difuz (ex. genul *Lepraria*). Acestea sunt aşa numitele forme leproase de tal.

Grupările de soredii poartă numele de sorale (fig. 89) şi pot fi repartizate pe toată suprafaţa talului sau numai pe margine.

După forma lor, se diferenţiază sorale în formă de punct, linie, crăpătură, manşetă, bordură etc.

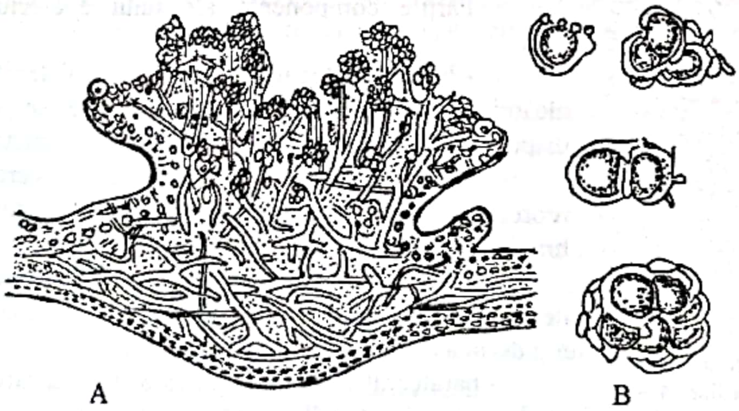


Fig. 90. Structura soralelor: A – sorală; B – soredii separate (după Uspenskaia, din Gorlenko)

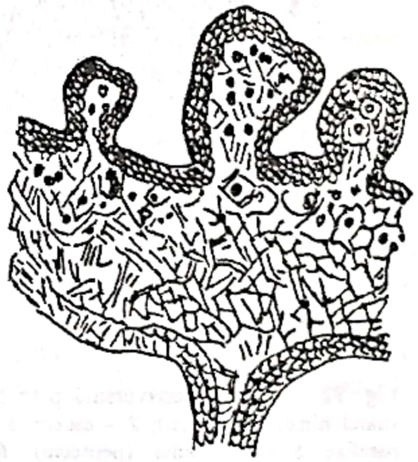


Fig. 91. Secţiune transversală prin talul cu isidii (după Uspenskaia, din Gorlenko)

Isidiile (fig. 91) se formează pe suprafaţă superioară a talului sub forma unor excrescenţe verucoase sau baciliforme, alcătuite din celule de algă înconjurate, ca un ghem, de hife ale ciupercii. Acestea se desprind uşor şi transportate de vânt sau ploaie generează un nou lichen.

O reproducere sexuată la licheni este posibilă numai la micobiont. Aceasta este puţin studiată şi se presupune că se desfăşoară în acelaşi mod ca procesul sexual de la ciupercile libere corespunzătoare, iar în final se ajunge la formarea corpurilor-fructe şi a sporilor.

Cele mai numeroase specii de licheni posedă ca micobionți ciuperci din Cl. *Ascomycetes*. Corpurile lor fructe concordă cu ascocarpii de la grupele mari de ciuperci care trăiesc liber în natură și anume *Pyrenomycetes* și *Discomycetes*.

La talul gelatinos homeomer corpurile-fructe se formează în tal, aproape de suprafața acestuia, la cele cu tal heteromer iau naștere la limita dintre măduvă și stratul gonidial și numai la puține specii cu totul exogen.

Formarea ascofructului are loc după tipul ascohimenial și cel ascolocular.

La tipul ascohimenial, stratul fertil (himeniul) se formează după fertilizare într-un loc anume predestinat pe corpul-fruct, neocupat sau ocupat temporar de hife vegetative.

La tipul ascolocular stratul fertil se formează într-un plectenchim de hife vegetative, într-un locul care apare înainte de fertilizare, prin îndepărtarea sau resorbția hifelor.

După formarea sau contopirea gametangilor (ascogonul și gametocistul mascul) se formează hifele ascogene dicariotice. În vârful lor, după modelul cârligului, iau naștere ascele cu ascospori. Numărul, forma și mărimea ascosporilor reprezintă caractere de diferențiere importante în taxonomia lichenilor.

În dezvoltarea ulterioară, corpurile fructe pot ieși complet din tal și se evedențiază ca niște proeminențe în forma unor farfurioare, nasturi, perne sau linii cu straturi de corpuri-fruct asemănătoare unor discuri.

Acestea sunt corpurile-fructe apotecii (la tipul ascohimenial) sau pseudotecii (la tipul ascolocular).

Corpurile-fructe pot fi angiocarpe sau gimnocarpe. Sunt angiocarpe când himeniul construit sub un himeniu de acoperire devine liber abia la maturare, când dispare țesutul învelitor. La cele gimnocarpe himeniul se dezvoltă liber de la început.

Corpurile-fructe de formă alungită, adesea încovoiate sau ramificate, poartă numele de histerotecii.

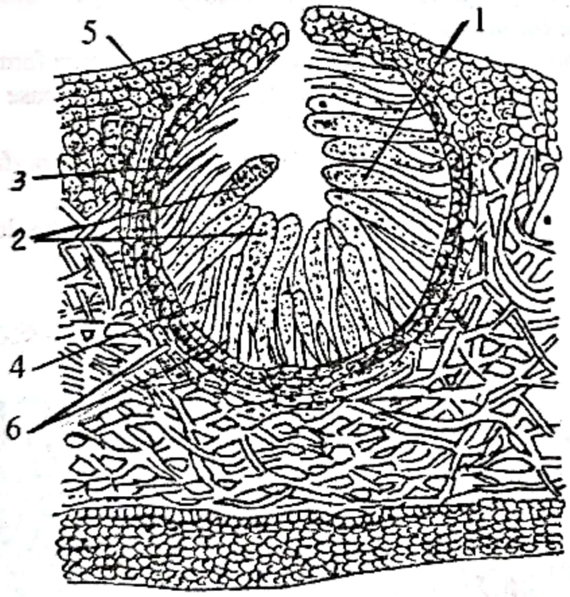


Fig. 92. Secțiune transversală prin periteciu: 1 – stratul himenial (tecium); 2 – ascele: 3 – perifize; 4 – parafize 5 – excipulul (periteciu); 6 – hipoteciul (subhimeniul) (după Uspenskaia, din Gorlenko)

Corpurile-fructe ale căror asce se descompun și sporii formează o masă pulverulentă, printre care se află parafizele ca o rețea (capilitium), poartă numele de mazedii (singular mazedium).

Corpurile-fructe care rămân închise în tal, au formă sferică sau de urcior și se deschid la exterior printr-un por numit ostiolă și poartă numele de peritecii (fig. 92).

Părțile componente ale unui apoteciu sunt:

- himeniul (teciul), care este stratul fertil alcătuit din asce și parafize, paralele între ele și dispuse perpendicular pe suprafața corpului-fruct;
- subhimeniul (hipoteciul), care reprezintă stratul de hife vegetative cu rol hrănitor, pe care s-a format himeniul;
- epiteciul, care este stratul superior de delimitare format din capetele parafizelor, mai lungi decât ascele, lax împletite între ele;
- parateciul sau excipulul, ca o capsulă care închide corpul-fruct și îl separă complet de scoarță și stratul gonidial.

Apoteciile sunt de mai multe feluri (fig. 93):

1. Apotecii lecanorale, la care marginea este alcătuită din hife de ciuperci printre care se află celule de algă, asigurându-se astfel o nutriție mai bună a himeniului. Marginea acestor apotecii este de culoare verde.

2. Apoteciile lecideale au marginea alcătuită numai din hifele micobiontului, fără fotobiont. Culoarea discului și a marginii apoteciilor este neagră.

3. Apoteciile biatorale au alcătuire similară cu cele lecideale, însă au o consistență mai moale și culori aprinse.

La majoritatea lichenilor ascele sunt unitunicate, iar eliberarea ascosporilor se realizează printr-un aparat apical special. La unele genuri ascele sunt bitunicate şi eliberarea sporilor se face prin distrugerea tunicii externe rigide, urmată de întinderea şi crăparea tunicii interne elastice.

Periteciile sunt adesea înconjurate de o capsulă exterioară cărbunoasă numită involucru, cu care pereţii periteciului se pot contopi.

Corpurile-fructe pot fi repartizate separat pe talul lichenilor sau grupate într-o masă de hife dense, mai intens colorate, numită stromă.

La lichenul *Geosiphon*, la care micobiontul este o ciupercă inferioară (*Zygomycetes*) nu au fost găsite forme care rodesc. În schimb, la lichenii la care micobiontul este o bazidiomicetă se ajunge la formarea de corpuri-fructe bine dezvoltate, în formă de pălărie (la genul *Corticium* şi *Omphalina*) sau în formă de măciucă la genurile *Letharia* şi *Clavulinopsis*. Acestea nu conţin alge şi au viaţă scurtă. Corpurile-fructe perene sunt pieloase sau suberoase şi posedă şi alge în talul lor bazal (*Corticium, Stereum*).

Creşterea lichenilor

În comparaţie cu alte talofite, talul lichenilor creşte foarte încet. Lichenii foliacei şi fruticuloşi din zonele temperate cresc cu 1-2 cm/an. Lichenul crustos *Rhizocarpon geographicum*, care se află pe stânci în zona alpină, are o creştere anuală de aproximativ 0,5 mm. Bazaţi pe cunoaşterea creşterilor anuale ale talului unor licheni arcto-alpini s-a putut stabili vârsta unor roci muntoase sau vechimea morenelor postglaciare.

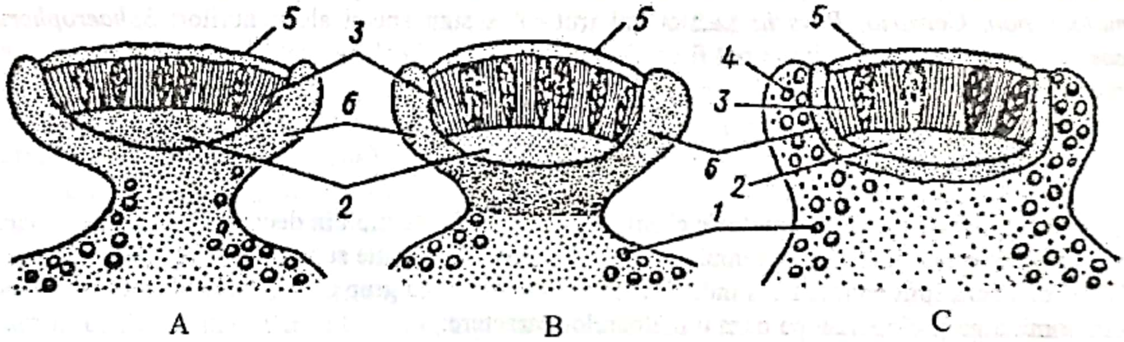


Fig. 93. Secţiune transversală prin apotecii de diferite tipuri: A – biatoral; B – lecideal; C – lecanoral: 1 – zona algală; 2 – hipoteciul; 3 – stratul himenial; 4 – marginea apoteciului; 5 – epiteciul; 6 - excipulul (după Uspenskaia, din Gorlenko)

Creşterea poate fi marginală, în grosime, dar şi intercalară. Marginea talului lichenilor constă din terminaţii de hife, care prin alungirea lor determină configuraţia acestuia.

Uneori pe tal apar crăpături, datorită tensiunilor ce apar ca urmare a diferenţei de creştere între diferite părţi ale acestuia. La talul foliaceu, pe faţa inferioară a acestuia se pot observa nervuri.

Durata de viaţă a lichenilor este variată şi oscilează între un an la lichenii epifili de la tropice şi mai multe sute sau chiar mii de ani la lichenii arcto-alpini de pe stânci.

Datorită faptului că se descompun repede după dispariţie, ca fosile sunt cunoscute puţine forme de licheni şi acelea recente (abia din Terţiar). Formele fosile sunt puţin diferite de speciile actuale.

Grupele ecologice de licheni

În funcţie de substratul pe care se dezvoltă, lichenii se împart în mai multe grupe ecologice. Aceştia se dezvoltă pe o mare varietate de substraturi: diferite tipuri de sol, stânci, arbori vii sau morţi etc. Între licheni şi substrat nu se stabilesc relaţii trofice deosebite, însă condiţia esenţială pentru prosperarea lor o reprezintă imobilitatea îndelungată a substratului.

Lichenii tericoli (epigei) sunt cei care se dezvoltă la suprafaţa solului, deseori liberi (migratori) sau aderenţi de sol. Cei aderenţi se dezvoltă pe solurile sărace în substanţe nutritive (nisipoase, turboase), pe care lipsesc alte plante. Astfel, în tundră şi silvotundră predomină speciile genurilor *Cladonia, Cladina, Alectoria, Cetraria, Stereocaulon* etc. Cea mai comună este specia

Ochrolechia tartarea, care în tundră acoperă ca o pojghiță albicioasă briofitele sau alte plante. Alți licheni se dezvoltă la marginea pădurilor rare din zona boreală și cea temperată și sunt reprezentați prin specii ale genurilor *Peltigera, Nephroma, Cladina, Cladonia, Baeomyces* ş.a. Lichenii epigeici din zonele de pustiu și semipustiu sunt, de regulă generală, crustoşi și se observă mai bine pe timp umed.

Lichenii epifitici (corticoli) sunt cei care se dezvoltă pe ritidomul tulpinilor și ramurilor arborilor și aparțin la formele de tal crustos, foliaceu și fruticulos. Din grupa de licheni crustoşi fac parte cei epifloici (care se dezvoltă la suprafața scoarței), cum este *Graphis scripta* și hipofloici (care se dezvoltă sub scoarță), cum sunt alte specii de *Graphis*. Dintre lichenii corticoli foliacei și fruticuloşi fac parte specii ale genurilor *Parmelia, Evernia, Cetraria, Usnea, Physcia, Hypogymnia* ş.a. În funcție de proprietățile fizico-chimice ale scoarței, umiditate, lumină etc., unele specii se dezvoltă la baza trunchiului, în partea mijlocie sau superioară a acestuia. Unele specii de licheni corticoli pot trece de pe trunchiuri pe ramuri, frunze sau pe acele gimnospermelor (ca *Hypogymnia physodes*).

Lichenii epifili sunt cei care cresc pe suprafața frunzelor arborilor sau arbuştilor veşnic verzi din zonele tropicale și subtropicale, uneori pe acele unor specii de gimnosperme. Printre aceşti licheni sunt și forme care trec de la epifilism la parazitism moderat, pătrunzând printre celulele mezofilului.

Lichenii epixili sunt cei care se dezvoltă pe lemnul prelucrat, lipsit de ritidom. Aceştia pot fi cu tal crustos, foliaceu sau fruticulos.

Lichenii epilitici se dezvoltă pe substraturi pietroase, stâncoase. Cei crustoşi pot fi endolitici, adică cu talul înglobat în stâncă, sau semiendolitici, la care în substrat se află numai măduva și hifele de fixare ale talului, iar scoarța superioară și zona algală se află pe suprafața substratului stâncos.

Dintre lichenii epilitici crustoşi fac parte specii ale genurilor: *Verrucaria, Placopsis, Lecanora, Biatora, Rhizocarpon* ş.a.; cu tal foliaceu sunt specii ale genurilor: *Parmelia, Dermatocarpon, Cetraria, Physcia* ş.a.; cu tal fruticulos sunt specii ale genurilor: *Sphaerophorus, Stereocaulon* ş.a. Speciile epilitice pot fi calcifile (cresc pe roci calcaroase) sau calcofobe (care cresc pe granit și alte roci necalcaroase).

SISTEMATICA LICHENILOR

Poziția lichenilor în sistemele de clasificare a variat foarte mult în decursul timpului.

Privitor la poziția lor în sistemul de clasificare, mai cunoscute sunt două concepții.

Prima concepție evidențiază individualitatea lichenilor ca grup de sine stătător, deosebit de cei doi simbionți, alga și ciuperca, pe baza următoarelor caractere:

1. Morfologia deosebită a corpului (talului) lor față de cei doi simbionți.
2. Caractere biologice legate de înmulțirea lor prin soredii și isidii, care implică ambii simbionți, marea capacitate de adaptare la cele mai variate substraturi și condiții de climă în care n-ar putea trăi independent nici micobiontul nici fotobiontul. De asemenea, metabolismul deosebit și creşterea foarte înceată îi individualizează.
3. Caractere chimice și biochimice deosebite. În procesul de metabolism se sintetizează produse complexe care nu pot pot fi sintetizate de cei doi simbionți luați separat.
4. În urma conviețuirii îndelungate și a relațiilor complexe care se stabilesc între cei doi simbionți, aceştia își pierd autonomia. Micobionții din structura talului unor licheni nu pot trăi în stare liberă, la fel și algele fotobionte.

După altă concepție, lichenii nu constituie o unitate sistematică evolutivă*, apărând independent și pe căi diferite în decursul evoluției, ci o grupă morfologică și fiziologică atașată la ciuperci. Această poziție se bazează, în special, pe importanța micobiontului, care de cele mai multe ori, determină configurația talului lichenilor.

De aceea, în sistematica lichenilor rolul principal îl are micobiontul, ontogeneza, corpurile de fructificare ale acestuia, ascele, ascosporii etc.

Pe baza corpurilor-fructe ale ciupercilor, cele circa 20.000 specii de licheni, care aparțin la aproape 400 genuri, se grupează în două clase: *Ascolichenes* și *Basidiolichenes*. Există și licheni alcătuiți dintr-o zigomicetă – ***Geosiphon*** – și o algă verde, însă, prin modul de viață endosimbiotic al ficobiontului în hifele ciupercii, este considerat atât ciupercă cât și lichen. Situația este asemănătoare și pentru Deuterolicheni.

Astfel, speciile de licheni se grupează în două clase: *Ascolichenes* și *Basidiolichenes*.

---

* De aceea n-au fost considerați încrengătură.

I. Clasa *ASCOLICHENES*

Ascolichenes cuprinde mai multe ordine, corespunzătoare ordinelor din Cl. *Ascomycetes*. Înșiruirea ordinelor se face după construcția peretelui ascei: mai întâi prototunicate (*Caliciales*), apoi cu asce unitunicate sau preponderent unitunicate: *Graphidiales, Lecanorales, Pyrenulales, Verrucariales, Arthroniales*; cu asce bitunicate dezvoltate în corpuri-fructe ascoloculare (*Dothideales*) (fig. 94).

1. Ordinul *CALICIALES*

Ordinul include licheni cu talul crustos, foliaceu sau fruticulos. Apoteciile, de cele mai multe ori, prezintă un piciorus. Fotobiontul aparține la genurile ***Chlorella, Trentepohlia*** etc. În apotecii ascele se descompun de timpuriu, încât sporii liberi și parafizele alcătuiesc o masă pulverulentă numită mazedium.

Speciile genurilor ***Calicium*** și ***Coniocybe*** se dezvoltă pe ritidomul arborilor sau pe lemnul mort, de conifere sau foioase. ***Sphaerophorus*** cu mai multe specii, de regulă generală, se dezvoltă pe roci silicatice.

2. Ordinul *GRAPHIDIALES*

Corpul sporifer este un histeroteciu, de cele mai multe ori, în formă de linie, mai rar rotund, cufundat în tal sau la exteriorul acestuia. Algele aparțin la genurile ***Chlorococcus*** sau ***Trentepohlia***.

Genul ***Graphis*** încadrează circa 300 specii preponderent tropicale sau subtropicale, trăind pe sau în ritidomul arborilor. ***G. scripta*** crește pe ritidomul de foioase (în special fag). Are aspect de pete gri, cu histeroteciile în forma unor liniuțe negre șerpuite sau ramificate, care imită scrisul chinezesc (de unde a derivat numele genului).

3. Ordinul *LECANORALES*

Cele mai numeroase genuri și specii aparțin acestui ordin. Sunt foarte diferite în construcția talului. Apoteciile sunt rotunde sau în formă de farfurie. Peretele ascei, de cele mai multe ori este gros, unitunicat, mai rar prototunicat (*Ephebe*), iar la *Peltigera* și alte genuri înrudite, bitunicat. Ficobionții pot fi alge albastre (ex. *Nostoc*) sau verzi (*Trebouxia, Coccomyxa* ș.a.).

Cu tal homeomer gelatinos sunt genurile ***Collema*** (fig. 88-A) și ***Leptogium***. Trăiesc pe sol sau stânci, de la câmpie până în zona nivală. Ficobiontul este o algă albastră.

Speciile genului ***Ephebe*** trăiesc pe stânci silicatice umede ale munților înalți și mijlocii. Sunt licheni cu tal gelatinos, filamentos, de culoare neagră. La aceștia, configurația talului o dă alga albastră, sub forma unui filament central, în jurul căruia se află o țesătură laxă de hife miceliene.

Cu tal heteromer sunt mai multe genuri.

Tal crustos se întâlnește la genurile ***Pertusaria, Lecidea, Rhizocarpon***. *Rh. geographicum* (fig. 87-H) crește pe stânci, pietre lipsite de vegetație, sub forma unei pojghițe de culoare galbuie.

Taluri crustoase până la foliacee au speciile genurilor ***Xanthoria*** și ***Lecanora***. ***X. parietina*** (Lichenul galben) (fig. 94-4) este un lichen nitrofil, cu talul foliaceu orizontal extins, de culoare galbenă sau roșietică. Se poate dezvolta pe o mare varietate de substraturi (ziduri, garduri, stânci, ritidomul arborilor etc.). *Lecanora esculenta* (Lichenul manei) fig. 94-2) are tal crustos comestibil. Crește în locuri aride, deșerturi. *L. calcarea* se află și în România pe stânci calcaroase.

Licheni cu tal foliaceu au speciile genurilor ***Parmelia*** și ***Physcia***. *Parmelia furfuracea* are talul de culoare cenușie, cu lobi adânci, negru pe fața inferioară. Se întâlnește în regiunea montană pe tulpini și ramuri de conifere. Genul ***Physcia*** cuprinde 170 specii cu talul rozetiform, pe care se dezvoltă apotecii de tip lecanoral. *Ph. pulverulenta* crește pe ritidomul plopului tremurător.

Peltigera canina este specie tericolă, de pădure, cu tal foliaceu de culoare cenușie, lucios pe fața superioară.

Lobaria pulmonaria crește epifit, pe ritidomul arborilor bătrâni de foioase sau pe stânci umede din regiunea montană. Pe suprafața superioară a talului apar niște alveole, care dau forma de plămân (de aici numele speciei), iar pe margine se formează sorale și izidii. Aceste lichen prosperă într-un mediu cu aer curat, nepoluat.

Genul ***Sticta*** (fig 88-B), la care, pe partea de jos a talului se află cifelele și pseudocifelele, sub forma unor puncte albe.

Genul ***Solorina***, cu apotecii pe suprafața talului. Fotobiontul este reprezentat de alge albastre care pot înlocui total algele verzi.

Lichenii hilum aparțin la genul ***Umbilicaria***, cu tal de peste 15 cm în diametru. Crește pe roci silicioase din munți, în regiuni temperate și reci.

Lichenii cu tal fruticulos aparțin la numeroase genuri: ***Alectoria, Ramalina, Letharia, Evernia, Usnea, Thamnolia, Cladonia, Cladina, Cetraria, Stereocaulon*** ş.a.
La genurile ***Cladonia, Cladina*** şi ***Stereocaulon***, cu numeroase specii, talul este compus din două părți: talul primordial, orizontal, în formă de lobi mici sau solzi, care adesea dispare şi talul secundar, vertical, în formă de picioruşe ramificate pe care se formează „filocladii" (de formă deosebită) care măresc suprafața de asimilație. Fotobiontul este alga verde ***Trebouxia***, iar apoteciile se formează în vârful podețiilor. Reprezentanți sunt *Cladonia rangiferina* (Lichenul renilor), care este un lichen fruticulos, cu tal cilindric de culoare cenuşie, cu apotecii brune la vârf şi *C. sylvatica*. Ambele specii vegetează în regiuni montane şi alpine pe sol. În tundră, speciile genurilor *Cladonia, Cladina* ş.a. reprezintă hrana de bază a renilor, dar pot fi consumate şi de unele animale domestice.

Speciile genului ***Cetraria*** au tal foliaceu sau fruticulos, cu apotecii de tip lecanoral. *C. islandica* (Muşchiul de Islanda) (fig. 94-3) este frecvent peste tot, în afară de stepe şi pustiuri; *C. nivalis*, are tal fruticulos alcătuit din ramuri verticale, turtite, de culoare galbenă. Creşte în regiuni alpine.

Speciile genurilor ***Usnea*** şi ***Alectoria*** formează taluri foarte bogat ramificate, în porțiuni filamentoase subțiri, cilindrice, care atârnă de pe ramurile arborilor (Licheni bărboşi). Structura anatomică a talului este radiară. *U. florida* (Mătreața bradului) are tal cenuşiu-verzui, care poartă pe vârfuri apotecii mari cu aspect de bănuți, mai închise la culoare. *U. barbata* (fig. 94-5) este o specie asemănătoare primei, dar mai rară. Aceste specii sunt dăunătoare, sufocând ramurile de molid, brad etc., care se usucă.

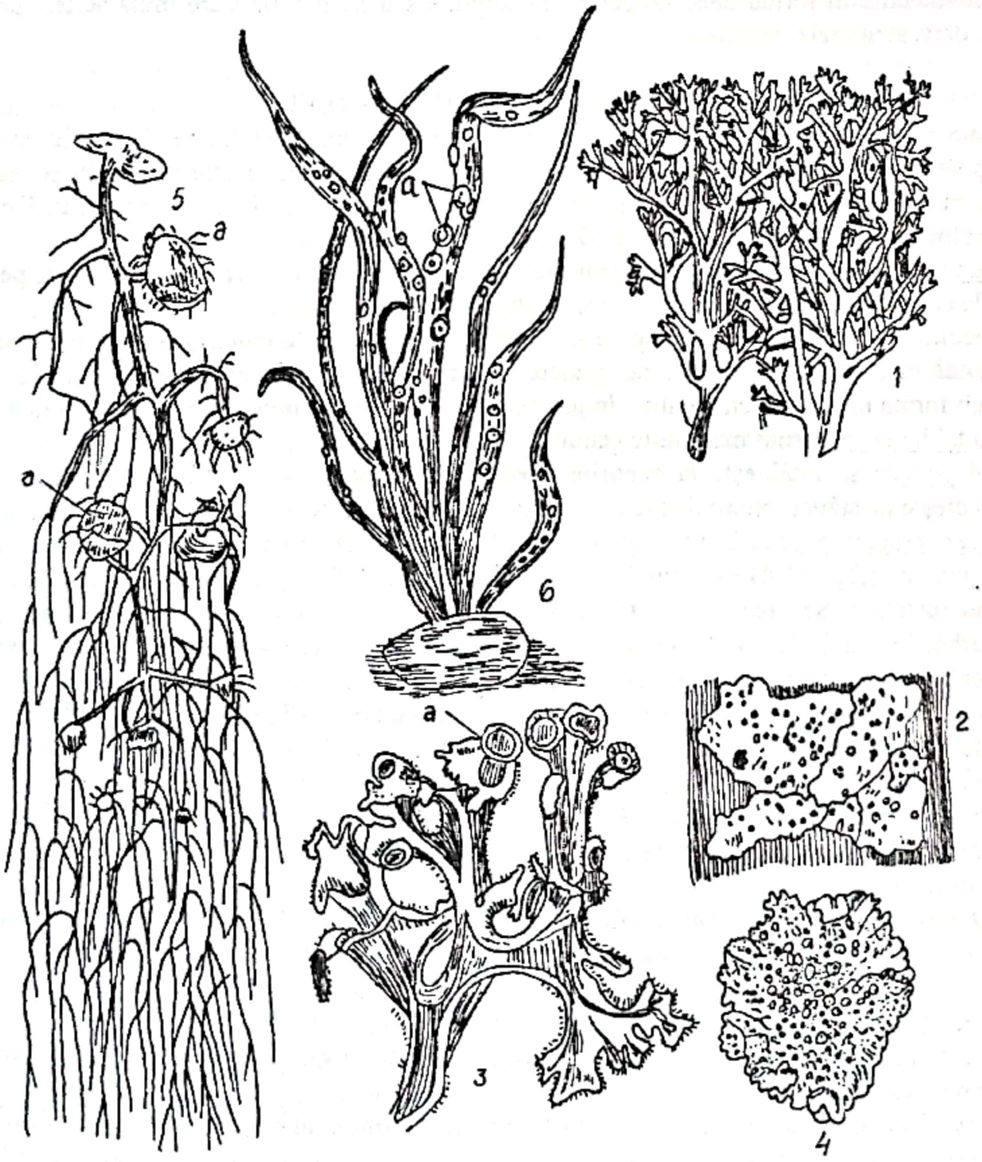


Fig. 94. *Ascolichenes*: 1 – *Cladonia rangiferina*; 2 – *Lecanora sp.*; 3 – *Cetraria islandica*; 4 – *Xanthoria parietina*; 5 – *Usnea barbata* (a - apotecium); 6 – *Roccella tinctoria* (după Wettstein, din Buia et al.)

Genul ***Evernia*** cuprinde specii cu tal fruticulos, cu structură dorso-ventrală și ramificare dichotomică. *E. prunastri* (Lichenul de prun) are tal fruticulos, de culoare albicioasă-verzuie pe fața superioară și albicioasă pe cea inferioară, care atârnă de ramurile prunilor și ale altor pomi fructiferi. Sorediile se formează pe suprafața lobilor, ca îngrămădiri făinoase.

Thamnolia vermicularis (Lichenul vierme) este lichen tericol cu talul tubulos, ascuțit la capete, încât are aspectul unor viermișori. Are culoare albă, nu prezintă rizine și este prezent în toți munții înalți și în ținuturile arctice.

4. Ordinul *PYRENULALES*

Ordinul încadrează licheni crustoși cu peritecii cu dezvoltare ascohimenială. Sporii pluricelulari stau câte opt în asce, între parafize filamentoase. Fotobionții sunt specii ale genului ***Trentepohlia***. Genul ***Pyrenula*** are numeroase specii care trăiesc pe ritidomul arborilor la tropice și subtropice.

5. Ordinul *VERRUCARIALES*

Ordinul încadrează licheni epilitici (pe stânci calcaroase), alții temporar submerși în pâraie cu apă dulce sau pe țărmul mărilor. Corpurile-fructe sunt peritecii cu dezvoltare ascohimenială, cufundate în tal. Ascele sunt cilindrice sau măciucate și conțin 1-8 ascospori, incolori sau de culoare brună. Parafizele lipsesc. Fotobiontul aparține la ord. *Chlorococcales*.

Speciile genului ***Dermatocarpon*** (fig. 87-E) au spori unicelulari și sunt saxicole sau tericole.

Genul ***Verrucaria*** cu specii care cresc pe stânci (uneori și endolitic) calcaroase.

6. Ordinul *ARTHONIALES*

Arthoniales sunt lichenii cu taluri variate, de la cele crustoase până la cele fruticuloase, cu apotecii aproape rotunde, până la cele în formă de linie (histerotecii). Ascele, în formă de măciucă până la cea de ou, conțin spori cu două până la mai multe celule. Fotobiontul aparține preponderent genului *Trentepohlia*.

Genul ***Arthonia*** cu circa 500 specii care trăiesc mai ales la tropice. Talurile sunt crustoase, subțiri și se dezvoltă pe ritidomul arborilor. Apoteciile sunt rotunjite, până la formă de stea.

Genul ***Opegrapha***, cu mai multe specii lignicole sau saxicole, răspândite în toată lumea. Talurile sunt crustoase și poartă corpuri-fructe rotunde până la formă de linie.

Genul ***Roccella*** prezintă tal fruticulos. ***R. tinctoria*** (fig. 94-6) crește pe stâncile mărilor calde, pe care le colorează variat. Conține acid lecanoric. Din talul acestui lichen se extrage orceina, care este utilizată în industria coloranților.

7. Ordinul *DOTHIDEALES*

Corpurile-fructe sunt pseudotecii, care se dezvoltă după tipul ascolocular. Hifele ciupercii sunt slab întrețesute, întovărășite cu diferite alge.

II. Clasa *BASIDIOLICHENES*

Clasa cuprinde circa 20 specii de licheni, la care micobiontul este o bazidiomicetă din ordinele *Poriales* sau *Agaricales*, iar fotobiontul este o cianofită sau clorofită. Simbioza dintre aceste două grupe de organisme are caracter facultativ, încât nu s-a ajuns la statornicirea câtorva tipuri de tal.

Dictyonema* (*Cora*) *pavonia (fig. 87-A) crește pe sol în zonele tropicale. Cei doi simbionți sunt o bazidiomicetă din ord. *Poriales* și o algă albastră.

Bazidiolicheni se află la tropice dar și în zonele temperate și sunt alcătuiți din *Clavariaceae* și *Agaricales* cu alge verzi (***Coccomyxa*** ș.a.).

Importanța lichenilor

În ecosisteme lichenii au rol în acumularea energiei solare precum și în descompunerea unor compuși minerali. Ei se instalează pe substraturi nefavorabile pentru alte plante, stânci golașe, pietre, ziduri etc. și treptat duc la degradarea acestora. Alături de mușchi, lichenii, prin colonizarea unor habitate nude și crearea unor condiții favorabile pentru plante vasculare, sunt considerați avanposturi pentru instalarea vieții (plante și animale) în zonele cele mai inospitaliere (zone reci din Arctica și Antarctica, vârfurile munților înalți etc.).

Longevitatea şi rezistenţa lor, la condiţii nefavorabile de mediu, fac din licheni componenţi esenţiali ai unor biomuri, cum ar fi tundra. Lichenii fruticuloşi din tundră: *Cladonia rangiferina, C. alpestris, C. sylvatica, C. mitis* numiţi popular „Lichenii renilor", constituie hrana de bază a acestor mamifere mari – renii – dar pot fi consumaţi şi de animale sălbatice (oi, vaci, porci). Unele moluşte şi animale inferioare acvatice se hrănesc cu licheni submerşi sau saxicoli de pe ţărmuri.

Unii licheni sunt utilizaţi în hrana omului. Astfel, *Leccanora esculenta* (Lichenul manei), un lichen cu lobii mici din stepele Africii de Nord şi Orientul Mijlociu, este folosit în hrana omului. În Japonia, din lichenul *Umbilicaria esculenta* se prepară câteva feluri de mâncăruri. În Egipt, lichenul *Evernia furfuracea* se foloseşte pentru aromatizarea aluatului şi a pâinii. Din mai multe specii de licheni se extrag substanţe gelatinoase, utilizate în produsele de cofetărie.

Lichenii servesc şi ca indicatori ai poluării mediului. Astfel, în marile aglomerări umane şi zone industriale, în care poluarea aerului cu SO_2, oxizi de azot, compuşi ai florului etc., numărul speciilor de licheni este foarte mic sau acestea dispar cu totul. Mai întâi dispar cei fruticuloşi, apoi cei foliacei şi în final cei crustoşi. Mai rezistente la poluarea cu noxe industriale sunt specii ale genurilor *Xanthoria, Physcia, Lecanora*.

Cetraria islandica (Muşchiul islandez), lichen foarte răspândit în păduri uscate şi câmpii sterpe, din tundră până pe vârfurile munţilor înalţi din Europa, are utilizări medicinale.

Din multe specii de licheni (*Usnea hirta, Alectoria ochroleuca, Cladonia deformis*) s-au extras antibiotice, iar din specii de *Roccella* (din Africa de nord şi Ins. Canare) coloranţi. *Evernia prunastri* a servit ca materie primă pentru extragerea unui parfum, iar din *Cetraria cucculata* se extrage vit. C.

Printre licheni sunt şi specii toxice. *Letharia vulpina*, un lichen epifitic de culoare galbenă, răspândit în zone alpine, este singurul lichen, deocamdată cunoscut, otrăvitor, din Europa. Era utilizat mai înainte vreme la otrăvirea lupilor. Şi *Xanthoria parietina* poate avea acţiune toxică asupra animalelor care îl consumă, prin atacarea centrilor nervoşi şi respiratori provocând convulsii.

IV. Tip de organizare: ALGE EUCARIOTE

Caracterizare generală. Algele eucariote (algele în sens restrâns) pentru a le deosebi de cele procariote (*Cyanophyta*), sunt plante inferioare mono-până la pluricelulare, care, în cea mai mare parte a vieţii lor, depind de apă. Ele se găsesc în toate anotimpurile în acumulările de apă de tot felul, pe pietre umede şi pe pământ ud. Unele specii trăiesc în mediul aerian pe ritidomul arborilor sau pe alte substraturi umede.

Agele planctonice colonizează, plutind în masa de apă, lacuri, iazuri, şanţuri, băltoace temporare, ape încet curgătoare. Se află atât în apa dulce cât şi în cea sărată sau salmastră (sălcie). Apele care curg repede sunt sărace în alge planctonice.

Algele bentonice sunt cele fixate stabil în apă pe diferite substraturi: pietre, lemn, epifitic pe plante superioare sau pe alte alge. Multe alge mici trăiesc pe mâl, iar unele alge mari (*Characeae*) se fixează în mâlul lacurilor.

Spaţiile de viaţă diferite arată o vegetaţie de alge caracteristică. Astfel, flora de alge marine este total diferită de flora algală din ape dulci stătătoare. Flora algală dintr-o mlaştină oligotrofă montană se deosebeşte de cea a unui pârâu de munte. La fel, flora algală a unui lac de munte este deosebită de cea a apelor curgătoare sau stătătoare din regiunile de deal sau câmpie.

Algele eucariote sunt primar fotoautotrofe, variat colorate, cu organizare talofitică.

În cadrul acestui tip de organizare sunt cuprinse mai multe încrengături (= filumuri), care se deosebesc după pigmenţii fotosintetizanţi şi structura fină a aparatului fotosintetic, după aparatul flagelar, după natura substanţelor produse în urma fotosintezei şi locul unde se acumulează în celulă.

Cromatoforii (= cloroplastidele) (Tabel 4.) lor conţin pigmenţi fotosintetizanţi împreună cu pigmenţi accesorii. Toate algele eucariote conţin în plastidele lor clorofila *a* şi de cele mai multe ori o clorofilă suplimentară. Astfel, alături de clorofila *a* se află clorofila *c* la *Cryptophyta, Dinophyta, Haptophyta* şi toate clasele de *Heterokontophyta*. Clorofila *a* şi *b* se află la *Euglenophyta, Chlorarachniophyta* şi *Chlorophyta*. La *Rhodophyta* se află numai clorofila *a*.

Pigmenţii accesorii sunt carotenoizii: α (la *Cryptophyta*) şi β (la majoritatea algelor) şi xantofilele la majoritatea încrengăturilor. La unele grupe: *Glaucophyta, Cryptophyta* şi *Rhodophyta* se află şi ficobiline în ficobilizomi, care sunt fixaţi de tilacoidele cromatoforilor.

Cromatoforii reprezintă una dintre cele mai esenţiale componente ale celulelor algelor eucariote. Aceştia pot avea forme diferite (fig. 95): cupă (*Chlamydomonas*); inel ce înconjoară celula prin interior (la *Ulotrix*); cilindru perforat (la *Oedogonium*); 1-2 panglici spiralate (la *Spirogyra*); 1-2 plăci parietale voluminoase (ord. *Pennales* dintre diatomee); granule situate în citoplasma parietală (la *Centrales*-diatomee; dinofite, feoficee, rodofite, clorofite sifonale, charofite). În majoritatea cazurilor, cromatoforii sunt situați parietal, mai rar în citoplasma centrală (ex. cromatoforul stelat de la *Zygnema*).

Structura electronomicroscopică a cloroplastelor la algele eucariote (fig. 96) este similară. La exterior se află membrana, iar în interior stroma (matrița plastidei). În stromă se află tilacoide în formă de saci sau vezicule turtite, ce conțin clorofilă, carotenoide și xantofile. În plus, în matrița plastidei se află ADN plastidial, ribozomi plastidiali, granule de lipide și pirenoizi.

După structura membranei, plastidele sunt de două feluri: complexe, mărginite de 3 - 4 membrane (la *Dinophyceae* şi *Cryptophyceae* sunt 3 membrane; la *Chrysophyceae*, *Xanthophyceae*, *Diatomeae* şi *Phaeophyceae* – 4 membrane); simple sunt cele mărginite de o membrană dublă (la *Glaucophyta, Rhodophyta, Chlorophyta* şi *Embriophyta*).

La unele grupe de alge (*Cryptophyta, Chlorarachniophyta*) plastidele complexe conțin nucleomorfe, interpretate ca resturi de nuclei ai endosimbionților eucariotici.

Conform cu teoria endosimbiozelor, cloroplastidele algelor eucariote au provenit prin endosimbioze succesive primare şi secundare. Plastidele simple de la *Glaucophyta, Rhodophyta* şi *Chlorophyta* sunt interpretate ca derivând din alge procariote (*Cyanophyta*) în urma unei endosimbioze primare. Plastidele complexe, de la celelalte încrengături de alge eucariote, au rezultat în urma a două endosimbioze succesive. După endosimbioza primară a urmat o endosimbioză secundară (endocitoză secundară), când o algă eucariotă a fost încorporată în celula gazdă. Nucleomorful din plastidele complexe reprezintă un argument puternic în favoarea endosimbiozei secundare.

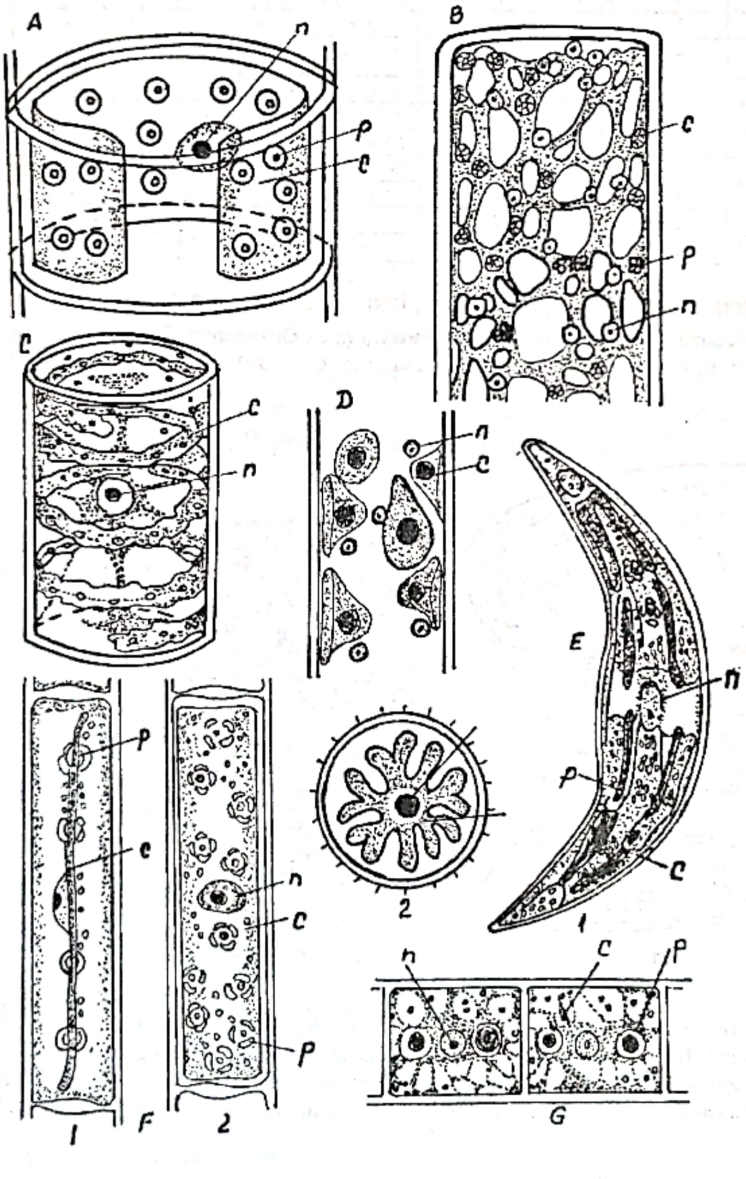


Fig. 95. Cromatoforii (cloroplastidele) la diferite alge eucariote: A – *Ulothrix*; B – *Cladophora*: C – *Spyrogyra*; D – *Botrydium*: E – *Closterium* (1 – celula în profil; 2 – secțiune transversală); F – *Mougeotia* (1 – cromatoforul în profil; 2 – privire din față); G – *Zygnema*: c – cromatoforul; p – pirenoidul; u – nucleul (după Gorbunova, din Gorlenko)

Algele eucariote sunt, prin urmare, polifiletice, mai întâi prin celule gazde inițiale şi în al doilea rând prin originea plastidelor lor, rezultate în urma unor endosimbioze primare şi secundare. Totuşi, constituția relativ unitară a plastidelor tuturor eucariotelor (cu excepţia membranelor) dovedeşte că endosimbioza primară a fost un eveniment istorico-evolutiv unic.

Numărul tilacoidelor şi repartizarea lor în matrița cloroplastidelor nu este acelaşi la diferite filumuri de alge. În membranele tilacoidelor se află clorofilele şi alți pigmenți auxiliari şi reprezintă sediul reacțiilor fotochimice, pe când matrița este locul unde are loc reducerea CO_2. Pentru fotosinteză apa serveşte ca donor de electroni şi se eliberează din aceasta oxigenul.

Cea mai simplă situație se întâlneşte la *Rhodophyta* (fig. 96 A, B) unde în cloroplastide tilacoidele sunt solitare. La toate celelalte încrengături de alge eucariote, tilacoidele sunt grupate formând lamele. Între tilacoide, de regulă generală, se află spații despărțitoare. La algele verzi numărul tilacoidelor variază între 2 şi 6 (→ 20). Acestea sunt mult apropiate, încât spațiile dintre tilacoide dispar.

Tabel 6. Particularități structurale ale cloroplastidelor, pigmenților şi produsele fotosintezei la încrengăturile de alge eucariote (după Gorbunova, din Gorlenko, 1990; Strasburger, 1999)

Încrengăturile de alge eucariote	Structura cloroplastelor																			Substanța de rezervă			
	Nr. de tilacoide în lamele	Prez til. inel. perif	Fico biline	Nr. membr. din jurul cloropl.	Clorofila			Carotine		Xantofilele												
					a	b	c	α	β	C_1	C_2	DBA	C_3	B	C_4	DB	L	Z		Cr	A	R	P
Glaucophyta	(3)	-	+	2	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	+	-	-
Euglenophyta	3	-	-	3	+	+	-	-	+	+	(+)	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	+
Chlorarachniophyta	3	-	-	3	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-		-	-	-	?
Cryptophyta	3	-	+	3	+	-	+	+	(.)	-	(+)	-	-	-	+	-	-	-		-	+	-	-
Dinophyta	3	-	-	3	+	-	+	-	+	(+)	(+)	(.)	-	-	-	+	-	-		-	+	-	-
Haptophyta	3	-	-	3	+	-	+	-	+	(+)	(+)	+	-	-	-	-	-	-		+	-	-	+
Heterokontophyta	3	-	-	4	+	-	+	-	+	+	(+)	(+)	(+)	+	-	-	-	-		+	-	-	-
Chloromonadophyceae	3	-	-	4	+	-	+	-	+	+	(+)	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Xanthophyceae	3	+	-	4	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-		+	-	-	-
Chrysophyceae	3	+	-	4	+	-	+	-	+	(+)	(+)	+	-	-	-	-	-	-		+	-	-	-
Bacillariophyceae	3	+	-	4	+	-	+	(.)	+	(+)	(+)	+	-	-	-	-	-	-		+	-	-	-
Phaeophyceae	3	+	-	4	+	-	+	-	+	(.)	(.)	+	-	-	-	-	-	+		+	-	-	-
Rhodophyta	1	±	+	2	+	-	-	(.)	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+		-	-	+	-
Chlorophyta	2	-	-	2	+	+	-	(.)	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+		-	⊕	-	-

Legendă: (3) în afara plastidelor; 1, 2, 3 intraplastidial; (.) rareori şi în cantități mici; + substanță de rezervă în afara cloroplastidelor; (+) apare pigment; ⊕ amidon depozitat în cloroplaste; C_1 Diadinoxantin; C_2 Diatoxantin: DBA Fucoxantin; C_3 Heteroxantin; B Vaucherioxantin; C_4 Alloxantin; DB Peridinin; L lutein; Z Zeaxantin; Cr Crizolaminarin; A Amidon; R Rodamilon (Amidon de floridee); P Paramilon

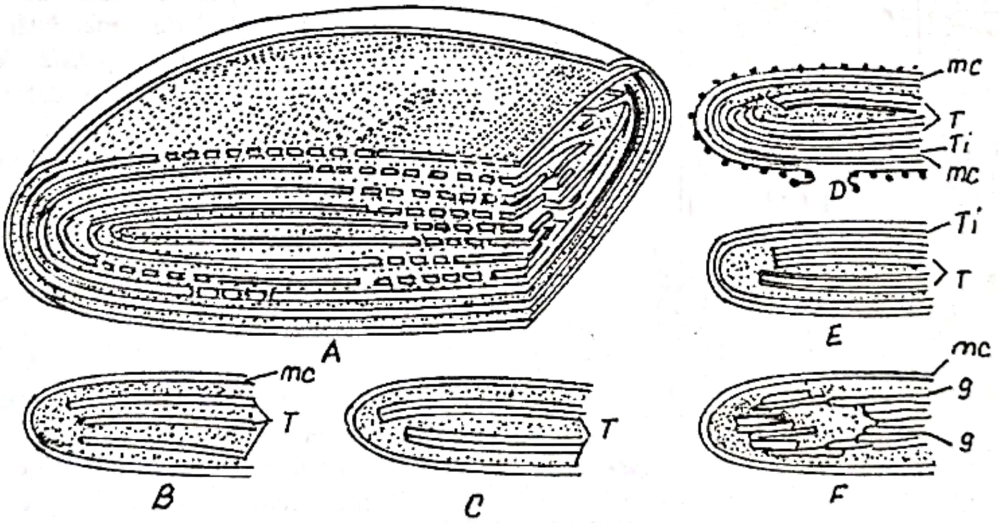


Fig. 96. Schema repartizării tilacoidelor în cloroplastidele algelor eucariote: A – modelul cromatoforului la rhodofite; B – tilacoide solitare în cromatoforul rodofitelor; C – lamele bitilacoide la criptofite; D, E – lamele tritilacoide în cromatoforul feoficeelor şi dinofitelor: F – granule în cloroplastidele clorofitelor: mc – membrana cloroplastidelor (cromatoforilor); t – tilacoide; g – granule; ti – tilacoid inelar periferic (til. inel. perif.) (centura periferică) (după Gorbunova, din Gorlenko)

La majoritatea celorlalte filumuri, în cloroplastide se află câte trei tilacoide, aşezate suprapus alcătuind stive (*Chrysophyceae, Xanthophyceae, Diatomeae, Phaeophyceae*). La aceste grupe de alge, împreună cu lamelele din câte trei tilacoide, se mai găsesc tilacoide circulare, care alcătuiesc centura periferică. Această centură lipseşte la euglenofite, clorofite, dinofite, glaucofite, haptofite (tabel 6).

Nutriția algelor eucariote este fotoautotrofă, însă produsele fotosintezei sunt variate: paramilon (*Euglenophyta*); rodamilon (*Rhodophyta*); crizolaminarina (*Chrysophyceae*); laminarina (*Phaeophyceae*), amidonul (la *Dinophyceae* și *Chlorophyta*). Numai la *Chlorophyta* amidonul se depune intraplastidial, în jurul pirenoizilor. La toate celelalte alge produsele fotosintezei se depun în citoplasmă, deci extraplastidial. Pirenoizii sunt niște corpușoare proteice care pot fi localizați în interiorul cloroplastidelor sau în afară acestora, pe piciorușe speciale, fiind însă înconjurați de membrana plastidei.

Stigma roșie (pata-ochi) conține pigmentul roșu numit astaxantina (hematocrom). De regulă generală, stigma este parte componentă a cloroplastidei și este localizată între lamelele acesteia. La *Euglena* stigma are legătură cu flagelul și este situată în afară cloroplastidei. La clorofite stigma are legătură cu aparatul flagelar, iar la unele heterocontofite (*Chrysophyceae, Xanthophyceae, Phaeophyceae*) aceasta legătură nu există.

Vacuola sau vacuolele pulsatile au rol în reglarea presiunii osmotice și se află numai în celula algelor de apă dulce.

Aparatul flagelar. La grupele inferioare de alge eucariote sunt întâlnite stadii mobile atât în faza vegetativă cât și în cea de reproducere. La cele mai multe grupe de alge, stadii mobile au numai celulele germinative (zoosporii și gameții). La formele superioare au flageli numai gameții masculi și numai puține grupe de alge nu formează stadii germinative cu flageli.

Flagelii au aceeași structură generală electronomicroscopică pentru toate eucariotele (plante și animale) (fig. 97): o pereche de microtubuli centrali alcătuiți din proteine contractile, înconjurate de nouă perechi (dublete) de microtubuli periferici alcătuiți din proteine amorfe.

Flagelul este compus din două fragmente: extracelular, alcătuit din apex (vârf), parte axială (cu alcătuirea microtubulară arătată mai înainte) și o parte tranzitivă; intracelular care cuprinde corpul bazal și rădăcinile flagelului.

Numărul de flageli la o celulă variază de la unul până la numeroși, însă formele cele mai întâlnite sunt cele cu doi flageli. Flagelii pot fi fixați în vârful celulei (flageli anteriori), la polul opus (flageli posteriori) sau lateral (flageli laterali). La formele cu doi flageli, ambii flageli pot avea aceeași structură și lungime (flageli izoconți) sau lungimi și structuri diferite (flageli heteroconți). În cazul flagelilor heteroconți, aceștia pot fi fixați la cei doi poli ai celulei: anterior mai lung (flagel de tragere) prevăzut cu mastigoneme (cili vibratili), iar cel posterior mai scurt (flagel de târâre) neted. Aceste aspecte privitoare la flageli vor fi aprofundate la studiul filumurilor.

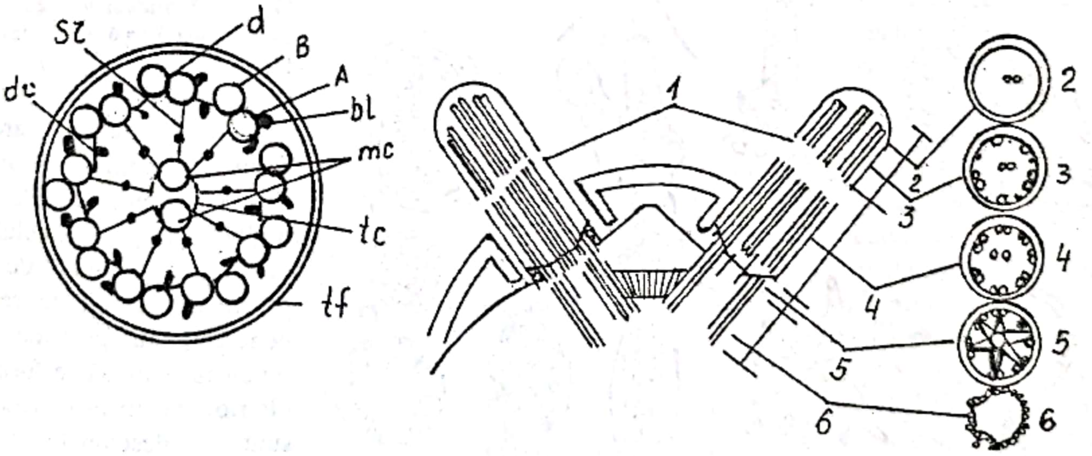


Fig. 97. A – Schema structurii flagelului în secțiune transversală: tf – teaca flagelului; d – dubletele exterioare din microtubulii A și B; bl – brațele laterale ale microtubulilor; mc – microtubulele centrale; tc – teaca centrală; dc – lanțuri interdubletale; sr – spații radiare. B – Schema structurii electronomicroscopice a flagelului de la *Chlamydomonas*. 1 – secțiune longitudinală; 2,3 – secțiune transversală prin partea apicală a flagelului; 4 – secțiune prin partea de mijloc a flagelului; 5 – secțiune transversală prin zona tranzitivă; 6 – secțiune transversală prin baza flagelului și a corpului bazal (după Gorbunova, din Gorlenko)

Înmulțirea este vegetativă și asexuată.

Îmnulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea talului la algele filamentoase. La clorofite se mai întâlnesc și akinete, celule cu pereții îngroșați și cu acumulare de substanțe de rezervă pentru a rezista în timp ± îndelungat la condițiile nefavorabile de mediu (ca și la algele albastre).

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori. Cei mobili, prevăzuți cu flageli, se numesc zoospori (planospori), iar cei imobili, lipsiți de flageli, poartă numele de aplanospori. Aplanosporii sunt monosporii și tetrasporii de la algele roșii, tetrasporii de la *Dictyota* (*Phaeophyceae*).

Organele în care se formează sporii poartă numle de sporociste. Acestea sunt unicelulare, înconjurate de un perete celular mai gros. La plantele terestre producătoare de spori (pteridofite) organele producătoare de spori sunt desemnate ca sporangi. Au la exterior un înveliș pluricelular, care le conferă o mai mare adaptivitate la condițiile mediului aerian terestru, mult mai variat și mai exigent decât cel acvatic.

Reproducerea sexuată se întâlnește la majoritatea covârșitoare a algelor eucariote. Forma cea mai simplă este hologamia, care constă din contopirea a două celule vegetative între ele (la unicelulare). Formarea de celule specializate – gameți și fertilizarea (contopirea lor) a evoluat de la izogameți → izogamie la anizogameți → anizogamie; oogamia este o formă superioară de heterogamie la care gametul mascul flagelat (spermatozoid) se contopește cu gametul femel mai mare și neflagelat numit oosferă. La majoritatea algelor eucariote, oogamia are loc în apă, deoarece oosfera părăsește oogoniul (organul în care se formează oosfera sau oosferele). Acest mod de fertilizare reprezintă caracter plesiomorf. Numai la puține alge verzi (*Chara sp.*) oosfera nu părăsește oogonul și fertilizarea are loc în interiorul acestuia (caracter apomorf).

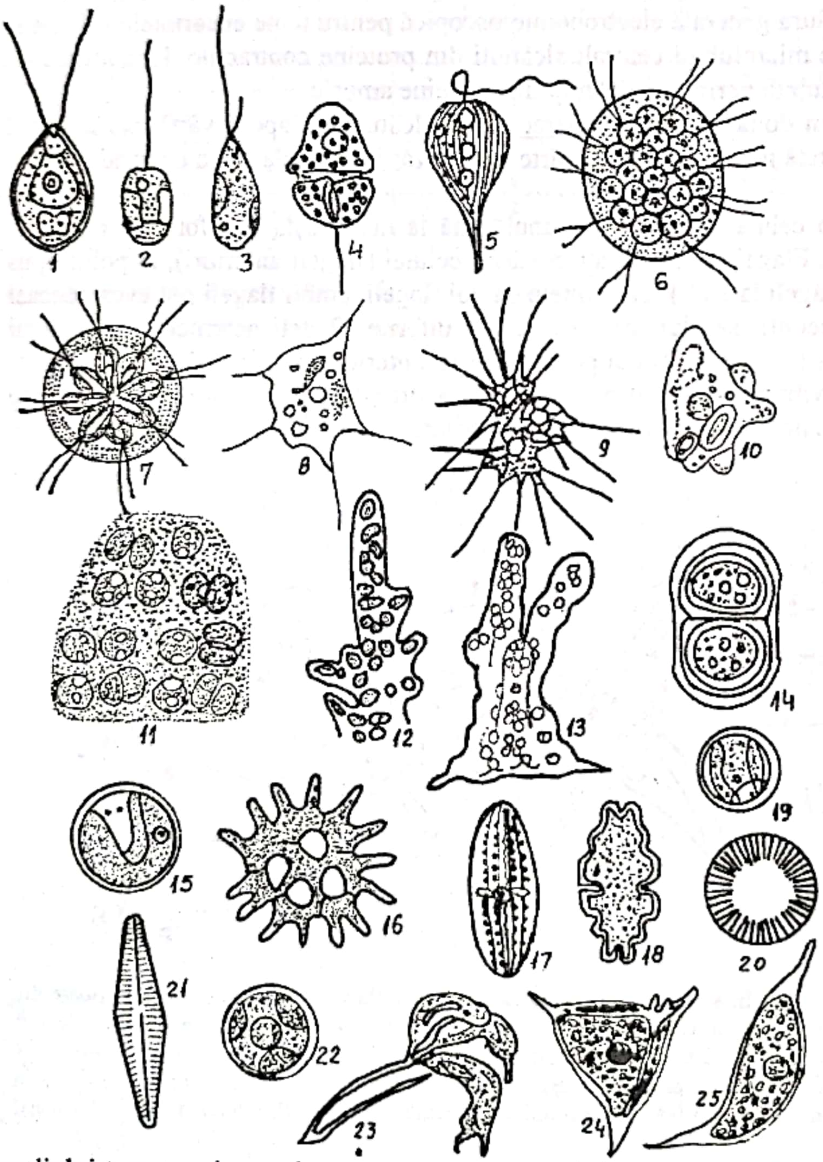


Fig. 98. Forme monadale, rizopodiale, palmeloide și cocale apărute paralel la diferite feluri de alge. 1 – *Chlamydomonas*; 2 – *Chromulina*: 3 – *Heterochloris*; 4 – *Gymnodinium*; 5 – *Phacus*; 6 – *Eudorina*; 7 – *Synura*; 8 – *Rhyzochloris*; 9 – *Rhyzochrysis*; 10 – *Dinamoebidium*; 11 – *Tetraspora*; 12 – *Hydrurus*; 13 – *Helminthoglea*; 14 – *Gloeodinium*; 15 – *Chlorella*; 16 – *Pediastrum*; 17 – *Netrium*; 18 – *Euastrum*; 19 – *Chrysosphaera*; 20 – *Ciclotella*; 21 – *Navicula*; 22 – *Botrydiopsis*: 23 – *Ophiocytium*; 24 – *Tetradinium*; 25 – *Cystodinium* (după Gorbunova, din Gorlenko)

Organele în care se formează gameții la algele eucariote sunt, de cele mai multe ori, unicelulare, înconjurate numai de un perete celular și, de regulă generală, nu prezintă nici învelișuri care să se formeze ulterior fertilizării. Acestea sunt desemnate ca gametociste, prin analogie cu sporocistele. La plantele terestre (embriofite) organele în care se formează gameții au structură mai complexă, ca o adaptare la uscăciunea mediului terestru și sunt desemnate ca gametangi. Acest din urmă termen se menține și se utilizează pentru organele sexuale de la alge și fungi.

Gametociștii masculi ai algelor, de cele mai multe ori unicelulari, sunt desemnați ca: spermatogonii (în care se formează spermatozoizi prevăzuți cu flageli numiți și spermii) și spermatangii (în care se formează gameți masculi neflagelați numiți spermatii).

Gametociștii femeli sunt desemnați ca: oogonii în care se formează, de regulă generală, un singur gamet femel neflagelat – oosfera, rareori mai multe (*Fucus*); carpogonii (la rodofite) care urmează o cale diferită și după fertilizare.

La plantele terestre, gametangiile, deosebite structural față de cele ale algelor (în majoritate acvatice sau dependente de mediul umed), sunt desemnate ca anteridii (cele mascule) și arhegonii (cele femele). Ele sunt înconjurate de pereți pluricelulari și astfel sunt mai rezistente la acțiunea vătămătoare a factorilor externi (de ex. uscăciunea).

Zigoții rezultați în urma fertilizării (contopirii celor doi gameți) la formele de apă marină (mai omogenă în raport cu cea dulce) încep imediat să se dividă. La speciile de apă dulce, zigoții intră într-o perioadă de repaus și se numesc hipnozigoți. Numai după acest repaus încep să se dividă. La alge, zigoții nu se dezvoltă niciodată în interiorul gametociștilor femeli și nu dau naștere la embrioni pluricelulari ca la plantele terestre (embriofite).

Evoluția algelor a urmat calea de la unicelular mobil (monadal) parcurgând toate treptele de organizare până la forma cea mai evoluată de tal țesut (parenchimatică). Totuși, nici la aceste forme evoluate nu s-au diferențiat organe vegetative: rădăcini și lăstari (axe tulpinale cu frunze). De asemenea, nici diferențierea internă anatomică nu a atins trepte superioare de organizare, în sensul că nu s-a ajuns la structuri conducătoare și de susținere, comparabile cu țesuturile conducătoare și mecanice de la plantele vasculare. La unele alge (ex. *Phaeophyceae*) în tal se găsesc niște elemente de conducere izolate, analoage tuburilor ciuruite de la plantele vasculare. La cele mai evoluate alge eucariote, diferențierea externă este accentuată, ajungându-se la structuri care imită organele vegetative și sunt desemnate ca rizoizi, cauloizi și filoizi. Diferențierea internă, histologică, însă, este nesemnificativă în raport cu cea externă, morfologică.

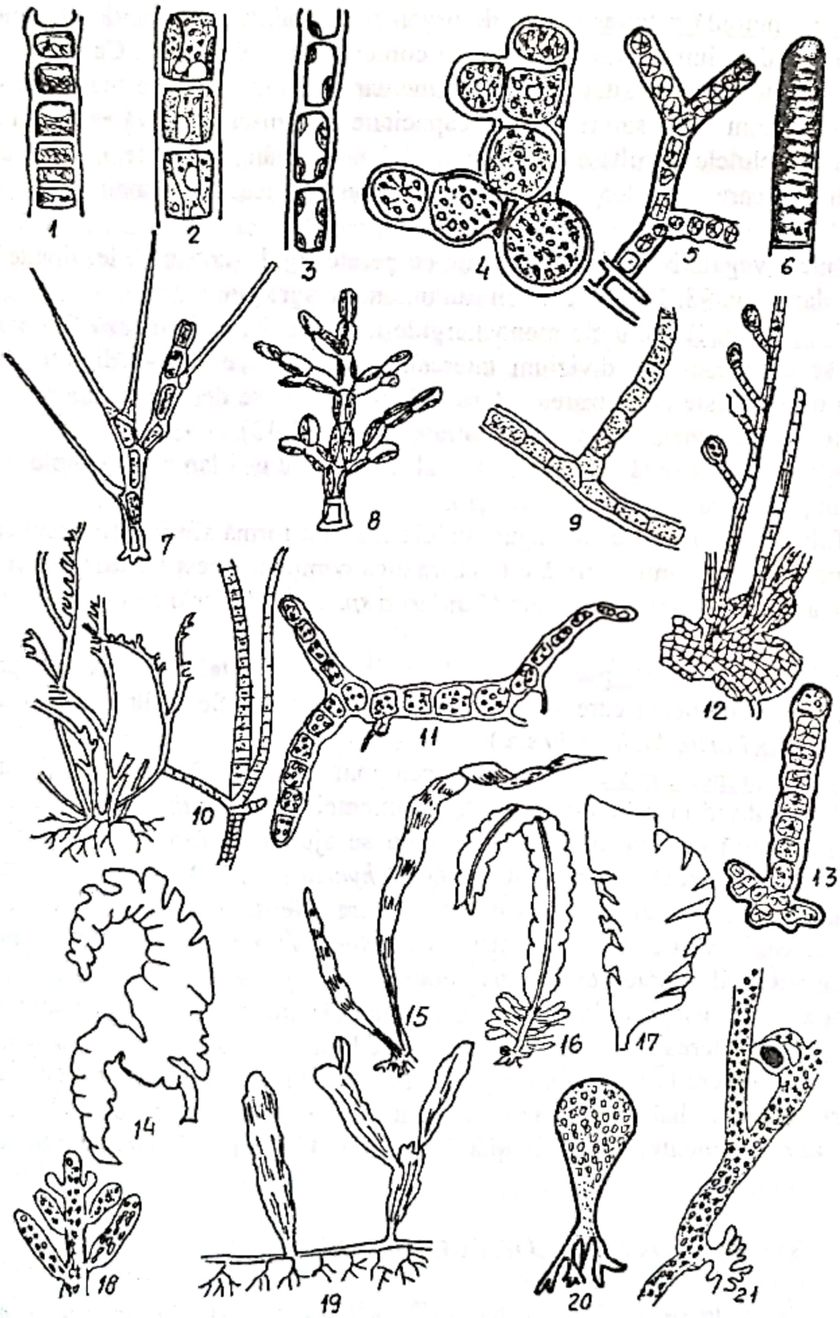


Fig. 99. Diferite forme de tal filamentos, heterotrichal, lamelar, apărute independent la diferite filumuri de alge: 1 – *Ulothrix*; 2 – *Nematochrysis*; 3 – *Tribonema*; 4 – *Dinothryx*; 5 – *Asterocystis*; 6 – *Oscillatoria*; 7 – *Bulbochaete*; 8 – *Phaeothamnion*; 9 – *Mastigoclados*; 10 – *Stigeoclonium*; 11 – *Dinoclonium*; 12 – *Sphacelaria*; 13 – *Erythrotrichia*; 14 – *Ulva*; 15 – *Laminaria*; 16 – *Alaria*; 17 – *Porphira*; 18 – *Bryopsis*; 19 – *Caulerpa*; 20 – *Botrydium*; 21 – *Vaucheria* (după Gorbunova, din Gorlenko)

Trepte de organizare ale talului la algele-eucariote

În evoluția filumurilor de alge eucariote s-a constatat un paralelism remarcabil, care se exprimă prin aceea că, la diferite filumuri cu origine independentă, se pot evidenția trepte analoge de diferențiere morfologică a talului. Acestea sunt următoarele (fig. 98):

1. Treapta monadală se caracterizează prin celule mobile, fără perete celular sau acesta este foarte subțire, totdeauna cu flageli, pata-ochi și vacuole pulsatile. Se întâlnește la flagelatele unicelulare și este considerată etapa inițială în evoluția multor filumuri de alge. Ca variante ale structurii monadale se consideră coloniile, asocieri permanente din mai multe celule, care se deplasează în apă tot cu ajutorul flagelilor (fig. 98. 1-5). Pe treptele superioare de evoluție ale algelor numai celulele germinative (zoosporii și gameții) au structură monadală.

2. Treapta rizopodială (amoeboidală) se întâlnește la unele heterocontofite, la care celula monoenergidă, lipsită de perete rigid, emite prelungiri citoplasmatice fără nuclei, numite rizopode (fig. 98. 8-10).

3. Treapta capsală (= palmeloidă = tetrasporală) de organizare a talului reprezintă o asociere de celule vegetative imobile cufundate într-o masă gelatinoasă comună (fig. 98. 11-14). Caractere ale treptei monadale sunt și aici, în parte, prezente, dar în mod rudimentar. Peretele celular este subțire sau lipsește. Flagelii în caz că se află, sunt rigizi sau reduși, iar capacitatea de mișcare activă este limitată numai la celulele germinative. Celulele rezultate în urma diviziunii rămân înglobate într-o masă gelatinoasă și formează cenobii, în care, spre deosebire de colonii, numărul acestora rămâne stabil, nu se mai modifică.

4. Treapa cocală. Celulele vegetative sunt înconjurate cu perete rigid, sunt imobile, lipsite de flageli. Se întâlnește la unicelulare (fig. 98. 15-25), cenobii sau uniuni de agregare.

5. Treapta trichală (filamentoasă). Celulele monoenergide rămân unite și formează filamente simple sau ramificate, care se alungesc prin diviziuni intercalare sau apicale (într-o direcție) ale celulelor. O variantă a treptei trichale este organizarea heterotrichală, în care se deosebesc două feluri de filamente: prostrate și verticale, care pornesc din cele prostrate (fig. 99. 1-13).

6. Treapta sifonocladală. Reprezintă o formă de tal alcătuit din filamente simple sau ramificate, în care celulele sunt polienergide (*Cladophora sp.*).

7. Treapta sifonală. Talul are aspectul unei singure celule mari de formă sferică, filament sau altfel conformată, dar cu numeroși nuclei într-o masă citoplasmatică comună. Acest tal este, deseori, de dimensiuni apreciabile și poate fi văzut cu ochiul liber (*Caulerpa sp., Acetabularia sp.*) (fig. 99: 18-21).

8. Treapta de tal împletit (ca pâsla), pseudoparenchimatic. Celulele talului, rezultate prin diviziuni în două direcții, formează filamente care sunt lax împletite între ele. Se întâlnește la unele *Phaeophyceae* și *Rhodophyta* (*Furcellaria, Melobesia* ș.a.).

9. Treapta de tal-țesut (parenchimatică) reprezintă cea mai desăvârșită structură de tal. Celulele din cadrul filamentelor se divid în cele trei direcții și filamentele rămân strâns împletite într-un fel de țesut. Diferențierea celulară este de nivel mediu și nu se ajunge la formarea țesuturilor veritabile. Se întâlnește la unele feoficee și clorofite evoluate (*Ulvophyceae*) (fig. 99. 14-17).

Aceste trepte de organizare au fost atinse independent de către diferite grupe de alge și nu se găsesc la toate filumurile în aceeași măsură. La unele clase de *Heterokontophyta* (*Xanthophyceae*), *Dinophyta* și la *Chlorophyta* se pot întâlni toate treptele enumerate.

Structura monadală poate fi considerată inițială pentru toate celelalte trepte de organizare ale talului la alge. De la aceasta, prin pierderea flagelilor, se poate trece la trepta rizopodială, capsală sau cocală. De la aceste trepte se poate reveni la treapta monadală, în momentul reproducerii prin celulele germinative. De asemenea, structura trichală (filamentoasă) poate fi derivată din cea monadală, la germinarea zoosporilor și formarea filamentelor. Din treapta filamentoasă se pot deriva treptele de tal-împletit sau tal-țesut.

SISTEMATICA ALGELOR EUCARIOTE

În clasificarea algelor eucariote se iau în considerare, mai întâi, treptele de organizare ale talului. Se începe cu încrengăturile cu treapta monadală de organizare, completă sau numai în anumite stadii vegetative sau reproducătoare ale ciclului de viață (Încrengăturile: *Glaucophyta, Cryptophyta, Chlorarachniophyta, Dinophyta, Haptophyta, Heterokontophyta* (parțial). *Euglenophyta* au o poziție izolată în sistemul de clasificare prin plastidele lor complexe și pigmenți fotosintetizanți.

Phaeophyceae (dintre *Heterokontophyta*), *Rhodophyta* şi *Chlorophyta* au o organizare complexă a talului, care aparţine la treptele de tal împletit şi tal-ţesut.

Sistemul de clasificare

1. Încreng. *GLAUCOPHYTA*
2. Încreng. *EUGLENOPHYTA*
3. Încreng. *CRYPTOPHYTA*
4. Încreng. *CHLORARACHNIOPHYTA*
5. Încreng. *DINOPHYTA*
6. Încreng. *HAPTOPHYTA*
7. Încreng. *HETEROKONTOPHYTA* (= *CHRYSOPHYTA*)
8. Încreng. *RHODOPHYTA*
9. Încreng. *CHLOROPHYTA*

1. Încrengătura *GLAUCOPHYTA* - Alge verzi-albăstrui

Această încrengătură grupează puţine specii monadale, dar cu mare importanţă pentru înţelegerea evoluţiei eucariotelor fotoautrotofe. Cloplastidele lor au fost interpretate la început ca cianobacterii care trăiesc endosimbiontic şi au fost denumite „cyanelle". Acestea amintesc în multe privinţe de celulele algelor albastre (cianobacterii). Astfel, încă mai prezintă la exterior un perete subţire de mureină. Genomul „cyanelle"- lor are, însă, o zecime din mărimea genomului cianofitelor care trăiesc liber şi este mult mai apropiat de genomul plastidelor de la celelalte alge eucariote.

Plastidele lor verzui-albăstrui poartă clorofila *a*. Prezintă însă şi ficobilizomi cu ficocianină. Tilacoidele sunt dispuse în grămezi în afara cloroplastidelor.

Genul ***Glaucocystis*** încadrează o specie de apă dulce, unicelulară, cu doi flageli rudimentari. Este incapabilă de mişcare activă.

2. Încrengătura *EUGLENOPHYTA*

Reprezentanţii sunt forme unicelulare ale treptei de organizare monadală, care în anumite condiţii de viaţă pot trece şi la stadii capsale.

Celula (fig. 100) prezintă un înveliş simplu, alcătuit preponderent din proteine, situat deasupra plasmalemei. La polul apical al celulei se află o invaginaţie în formă de sticlă (cripta sau ampula). Lângă aceasta se află o vacuolă pulsatilă mai mare, înconjurată de vacuole pulsatile accesorii, care servesc împreună la osmoreglare şi probabil la excreţie. La baza invaginaţiei (criptei) îşi au originea, aproape totdeauna, doi flageli inegali, fiecare cu câte un corp bazal. Dintre cei doi flageli, cel mai lung iese afară din celulă, iar cel scurt, neexert, nemişcător, este contopit cu cel lung. În apropierea corpilor bazali se află o structură sensibilă la lumină - fotoreceptorul. În apropiere de criptă se află „stigma roşie", colorată în roşu datorită pigmenţilor carotenoizi.

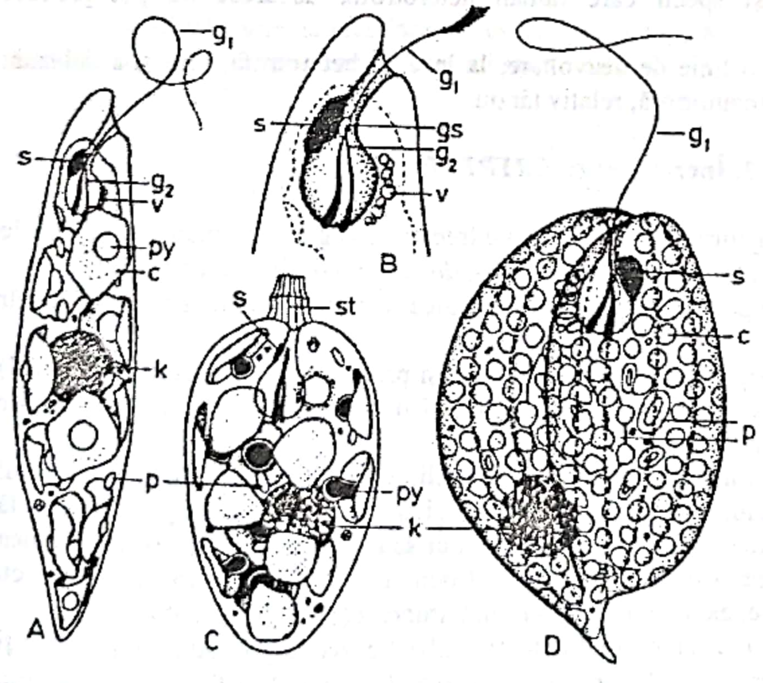


Fig. 100. *Euglenophyta*: A – *Euglena gracilis*; B – aceeaşi, polul anterior; C – *Colacium mucronatum*; D – *Phacus triqueter*. c – cloroplast; g_1 – flagel de mişcare; g_2 – al doilea flagel; g_3 – fotoreceptor (umflătura bazei flagelului); k – nucleul celulei; p – paramilon liber; py – pirenoid cu înveliş de paramilon; s – pata ochi; st – aglomerare de gelatină; v – vacuole contractile (după Leedale, din Strasburger, 1999)

Flagelul lung, un flagel de tragere prevăzut cu cili vibratili (mastigoneme), prin rotația în jurul axei longitudinale, mişcă celula de *Euglena* înainte, cu de două până la trei ori lungimea corpului ei, într-o secundă.

Cloroplastidele poartă un efectiv de pigmenți ca şi clorofitele: clorofila *a* şi *b*, β-carotină şi urme de α-carotină. De asemenea, conţin o xantofilă necunoscută în regnul vegetal.

Euglenofitele sunt fotoautotrofe, iar substanța de rezervă este un poliglucid - paramilonul, deosebit de amidon, deoarece nu se colorează în albastru cu iodul. Acesta se depune în plasmă (extraplastidial) sub formă de granule sau discuri.

În structurile electronomicroscopice, euglenofitele au arătat următoarele particularități: cloroplastidele prezintă un înveliş din trei membrane, dar nelegate prin reticulul endoplasmatic de învelişul nucleului; tilacoidele, de cele mai multe ori, sunt dispuse în grupuri de câte trei; în nucleul interfazic sunt vizibili cromozomi contractați.

Euglenofitele cuprind mai mult de 800 specii, grupate în 40 genuri. Cele mai numeroase trăiesc în ape dulci stătătoare, bogate în suspensii organice. *Phacus triqueter* (fig.100-D), în schimb, preferă ape sărace în substanțe organice. ***Colacium mucronatum*** (fig. 100-C) prezintă la exteriorul membranei o manta de gelatină, cu care se fixează de substrat. Numai în perioada înmulțirii se mişcă liber prin flageli.

Nutriția. Cele mai numeroase euglenofite sunt fotoautotrofe, însă au tendința de a înghiți substanțe organice, ca un supliment la produsele fotosintezei. Formele fără cloroplastide sunt specializate complet pentru nutriția heterotrofă. Specii de *Peronema*, cu ajutorul unei „guri" pot ingera bacterii, alge sau celule de drojdie.

Deci, la euglenofite granița între organizarea vegetală şi cea animală este estompată.

Celula de euglena înnoată în apă, dar poate să se şi târască, în condițiile schimbării drastice a formei acesteia.

Euglena gracilis (fig. 100-A) este un unicelular eucariotic cu cloroplastide. În cultură, la intuneric, îşi pierde toată clorofila şi tilacoidele. Cloroplastidele, însă, care amintesc de protoplstide, îşi mențin capacitatea de diviziune în tot timpul când nu sunt iluminate. La o iluminare următoare aceste plastide fără culoare devin cloroplastide cu clorofilă şi tilacoide şi fotosinteza începe din nou. Există, însă, şi forme ale aceleiaşi specii care rămân heterotrofe, deoarece nu pot produce cloroplastide.

Euglenofitele au reprezentat o linie de dezvoltare, la început heterotrofă, care şi-a dobândit cloroplastidele şi respectiv nutriția fotoautotrofă, relativ târziu.

3. Încrengătura *CRYPTOPHYTA*

Reprezentanții acestei încrengături sunt flagelate ale treptei de organizare monadale, cu unele (puține) excepții capsale sau trichale. De exemplu, *Bjornbergiella* are un tal filamentos.

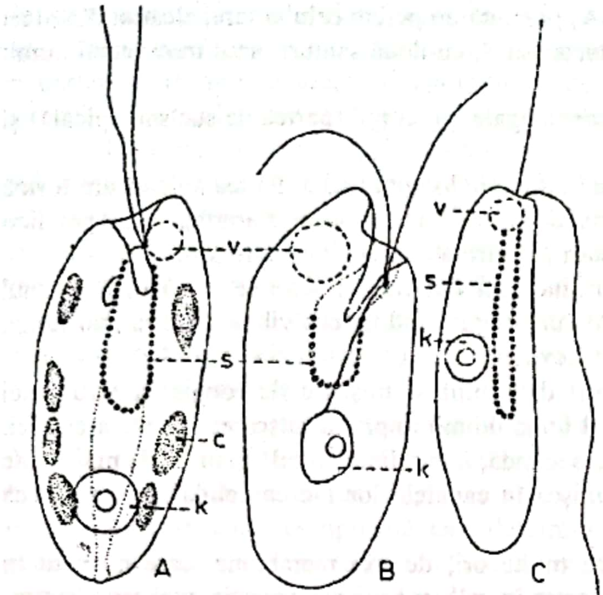
Criptofitele încadrează 120 specii acvatice, de apă dulce sau sărată, aproximativ în număr egal.

Celula de tip *Cryptomonas* (fig. 101-A) este asimetrică şi prezintă doi poli: proximal (apical) puțin retezat şi distal, mai alungit. Nu prezintă perete celular ci o membrană alcătuită din plăci de proteină dreptunghiulare sau poligonale.

La polul apical al celulei se află doi flageli, aproape egali, dar ambii cu cili vibratili. Flagelul mai lung prezintă două rânduri de cili, iar cel mai scurt numai un singur rând. Flagelii, de regulă generală, sunt orientați spre în față, mai rar de-a lungul corpului sau spre în spate. Ei îşi au originea deasupra unei deschideri adânci (cripte - de la care a derivat denumirea încrengăturii), căptuşită cu ejectosomi (structuri urzicătoare), care, excitați de lumină, sunt aruncați (ejectați) în afară.

Cloroplastidele, în număr de 1-2, sunt variat colorate: albastre-verzui, albastre sau roşietice şi conțin diferiți pigmenți: clorofila *a* şi *c*, α şi β carotină, xantofilă, ficocianină şi ficoeritrină. Lipsesc ficobilisomii. Învelişul cloroplastidelor este alcătuit din patru membrane, prezintă şi nucleomorfe, câte unul redus în pirenoid sau la suprafața acestora. Substanța de rezervă este amidonul, care se depozitează în jurul pirenoizilor, situați extraplastidial. În afară de amidon, ca substanțe de rezervă se mai află uleiuri vegetale.

Sistematica. Încrengătura cuprinde o singură clasă cu un ordin.



3.1. Clasa *CRYPTOPHYCEAE*

1.1. Ordinul *CRYPTOMONADALES*

Genuri: ***Cryptomonas*** (fig. 101-A) cu numeroase specii care trăiesc în ape mezotrofe; ***Rhodomonas*** cu specii roşietic colorate, răspândite atât în ape dulci cât şi marine; ***Chilomonas*** (fig. 101-B) cu specii fără culoare şi cu nutriţie saprotrofă; ***Katablepharis*** (fig. 101-C), de asemenea, fără culoare, însă cu nutriţie fagotrofă.

Fig. 101. *Cryptophyta*. A – *Cryptomanas* sp.; B – *Chilomanas paramaecium*; C – *Katablepharis phoenicoston* cu flagel de tragere şi de târâre; D – cromatofor cu mai mulţi pirenoizi (punctat): k – nucleu; s – adâncitură; v – vacuolă (A- după Fott, B- după Uhlela, C- după Skuja, din Strasburger, 1999)

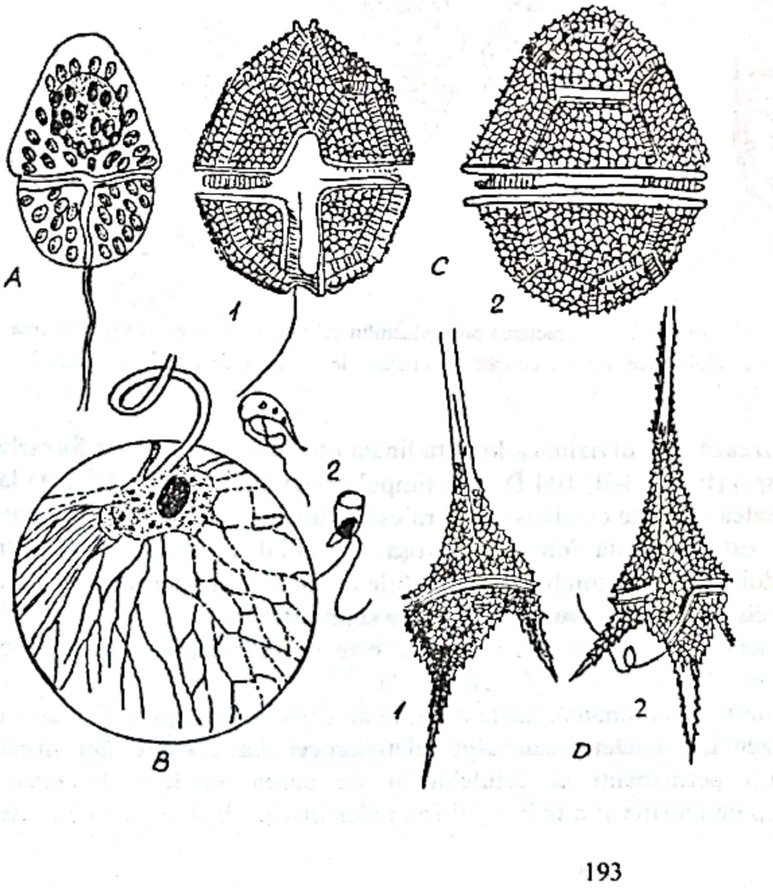
4. Încrengătura *CHLORARACHNIOPHYTA*

Ca şi la *Cryptophyta*, cloroplastidele sunt înconjurate de patru membrane şi au un nucleomorf. Acesta este interpretat ca restul unui nucleu de la un endosimbiont eucariotic fotoautotrof.

Se prezintă ca celule amoeboide fără perete celular, legate între ele prin apendice filamentoase de plasmă formând, astfel, plasmodii în formă de reţea. În anumite stadii ale vieţii pot forma celule de repaus cocale sau celule germinative, cu un flagel. Cloroplastidele, ca şi la euglenoide, conţin clorofila *a* şi *b*, iar tilacoidele sunt grupate câte 2-6.

5. Încrengătura *DINOPHYTA* (= *Dinoflagellata; Pyrrhophyceae*)

Dinofitele sunt unicelulare cu doi flageli lungi, acoperiţi cu cili vibratili. Deci, sunt forme monadale, rareori cu reprezentanţi cocali sau trichali.



Mediul de viaţă. Dinofitele sunt circa 1.000 specii, grupate în 120 genuri, care trăiesc în apa de mare. Împreună cu diatomeele (din încreng. *Heterokontophyta*), dinofitele formează cantitatea cea mai mare a fitoplanctonului, care reprezintă principalii producători primari de substanţe organice. Cele mai numeroase specii trăiesc în mări calde, dar dezvoltarea în masă o ating speciile din mările reci. În apele dulci trăiesc puţine specii din ord. *Peridiniales*. În lacurile cu apă rece din munţii înalţi pot produce până la 50% din cantitatea de biomasă.

Fig. 102. A – *Gymnodinium*; B – *Noctiluca*: 1 – celula vegetativă; 2 – zoospori; C – *Peridinium*: 1 – partea ventrală cu două şanturi: cingulus şi sulcus; 2 – partea dorsală cu cingulus care împarte celula în epicon şi hipocon; D – *Ceratium*: 1 – partea dorsală; 2 – ventrală (după Sizova, din Gorlenko)

Celula de tip *Peridiniales* (fig. 102-C; 104-A) prezintă un perete celular tare, alcătuit din plăci de celuloză poligonale, care formează o platoşă caracteristică, cu două sanţuri: unul transversal numit cingulus şi unul longitudinal numit sulcus.

Cingulusul împarte celula în două părţi aproape egale: epiconul (partea de sus sau apicală) şi hipoconul (partea de jos sau antiapicală).

Celulele speciale de ***Ceratium*** sunt alungite în direcţie longitudinală. Partea apicală are formă de covor, iar cea antiapicală are 2-3 apendici în formă de corn, cu spinişori pe suprafaţa lor. Apendicii ajută la plutire, deşi, uneori sunt interpretaţi ca adaptări împotriva animalelor prădătoare.

La întretăierea celor două şanţuri îşi au originea cei doi flageli, care se desfăşoară în unul dintre cele două şanţuri. Flagelul transversal prezintă un singur rând de cili vibratili, ceva mai lungi, iar cel longitudinal poartă două şiruri de cili vibratili, ceva mai scurţi.

Flagelul care se mişcă în şanţul transversal determină o mişcare de rotaţie în jurul axei longitudinale a celulei, în timp ce flagelul din şanţul longitudinal imprimă mişcarea înainte a celulei. De exemplu, o celulă de *Peridinium* se mişcă, într-o secundă, într-o linie spirală înainte, de mai multe ori lungimea corpului ei. Când cei doi flageli se mişcă în canalele lor fac ca celula să se rotească asemenea unui titirez.

Cloroplastidele sunt acoperite, de cele mai multe ori, de trei membrane, care nu sunt în legătură cu reticulul endoplasmatic. Acestea sunt colorate în galben-brun sau roşietic, mai rar albastru-verzui. Tilacoidele se află dispuse în grămezi de câte trei şi conţin clorofila *a* (numai la unele specii şi clorofila *c*) şi nu formează lamele de centură periferice. Ca pigmenţi accesorii se află β-carotina şi diferite xantofile, dintre care cea mai importantă este peridininul. Produsul de asimilaţie principal este amidonul, care se depune extraplastidial sub formă de granule. De asemenea, se depun ca substanţe de rezervă şi grăsimile vegetale.

Nucleul are structură particulară mezocariotă. Cromozomii, la majoritatea dinofitelor (ca şi la euglenofite), rămân vizibili şi în interfază, deoarece sunt mult contractaţi, spre deosebire de celelalte eucariote, la care se despiralizează şi nu mai sunt vizibili. În nucleu se află mai mulţi cromozomi (ca la eucariote), dar au structură simplă, asemănându-se cu cei de la procariote. Ei sunt alcătuiţi numai din dubla spirală a ADN, fără firul central de nucleohistone. Nucleul este învelit într-o dublă membrană cu pori fini, ca şi la eucariote.

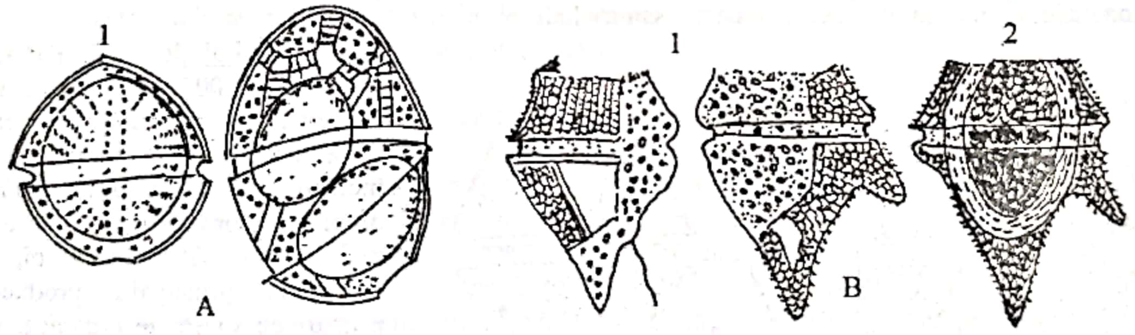


Fig. 103. Înmulţirea la: A – *Peridinium tabulatum*: 1 - contractarea protoplastului celulei; 2 – germinarea şi formarea a doi zoospori nuzi; B – *Ceratium*: 1 - două celule fiice, fiecare cu câte o jumătate de carapace de la celula mamă; 2 – cista (după Sizova, din Gorlenko)

Înmulţirea vegetativă se realizează prin diviziunea longitudinală oblică a celulelor. La formele cu platoşă celulozică (ex. *Ceratium sp.*) (fig. 103-B, 104 D-J) în timpul diviziunii platoşa este ruptă la nivelul şanţului transversal, iar jumătatea nudă de celulă îşi construieşte o nouă platoşă. La *Peridinium* (fig. 103-A), înainte de diviziune, este aruncată întreaga platoşă, iar celulele fiice rezultate îşi formează câte o platoşă nouă şi cei doi flageli. În condiţii nefavorabile de mediu, în interiorul platoşei se formează celule de repaus numite ciste, cu pereţi groşi, capabile de supravieţuire.

Reproducerea sexuată, la speciile la care a fost dovedită, este o anizogamie urmată de o meioză zigotică, încât ciclul de viaţă rămâne dominat de faza haploidă.

Nutriţia. Pe lângă cea fotoautotrofă dominantă, unele dinofite au capacitatea fagotrofiei, adică înglobează particule solide, reprezentând bacterii sau alge planctonice. La acestea din urmă cloroplastidele nu sunt componenţi permanenţi ai celulelor şi de aceea au fost desemnaţi cleptocloroplastide. Pe lângă acest tip de nutriţie şi alte însuşiri (mai ales însuşiri biochimice obţinute în urma analizelor molecular filogenetice) au dovedit o înrudire mai strânsă între dinofite şi unele animale unicelulare (ciliate, protozoare). De exemplu, la *Plasmodium falciparum* (agentul patogen al malariei) dintre sporozoare, în ciuda modului de viaţă heterotrof parazit, au fost evidenţiate resturi de structuri plastidiale, care arată, astfel, clare înrudiri cu dinofitele (protofite).

Ca endocitobionţi, de formă sferică, ai diferitelor animale marine, dinofitele sunt cunoscute sub denumirea colectivă de „zooxantele". Toţi coralii, care construiesc cunoscutele recife de corali, trăiesc în simbioză cu astfel de dinofite. Dinofitele endocitobiontice, prin fotosinteza lor, provoacă o creştere accelerată (de 1-10 ori mai intensă) a recifilor de corali. Fără endocitobionţi, coralii, deşi rămân în viaţă, pierd, însă, capacitatea de a forma scheletele de calcar.

Pe lângă cele trei tipuri de nutriţie: fotoautotrofă, fagotrofă sau simbiontică, sub forma endocitobionţilor, unele dinofite pot fi parazite pe/în animale marine (viermi, crustacee etc.).

Alte caracteristici

Multe specii de dinofite marine produc luminescenţa mărilor (bioluminescenţa), ca de ex. *Noctiluca miliaris*[*] (pag. 102-B) care trăieşte în mări calde. Are celule incolore, de până la 2 mm în diametru, prezintă numai un flagel scurt, fără cele două şanţuri. În citoplasma acesteia se află corpusculi cu structură complicată, care determină bioluminescenţa celulelor. La dezvoltarea în masă a celulelor, apa de mare capătă o nuanţă albă-argintie ori albăstrie, care se intensifică sub acţiunea unor factori mecanici, cum ar fi vâslirea. De asemenea, produc bioluminescenţa unele specii de *Ceratium, Peridinium.*

Dezvoltarea în masă a unor specii de *Gonyaulax polygamma, Gymnodinium brevis, G. aeruginosum* (fig. 102-A; 104-B) provoacă înflorirea apelor, cunoscută ca „mareele roşii". Algele, în cantitate mare, eliberează în apă neurotoxine, care provoacă moartea peştilor care se hrănesc cu plancton. Stridiile şi midiile comestibile nu sunt afectate de aceste neurotoxine, dar oamenii care consumă aceste moluşte comestibile pot muri prin otrăvire, datorită acumulării în corpul lor a toxinelor (capătul lanţului trofic!).

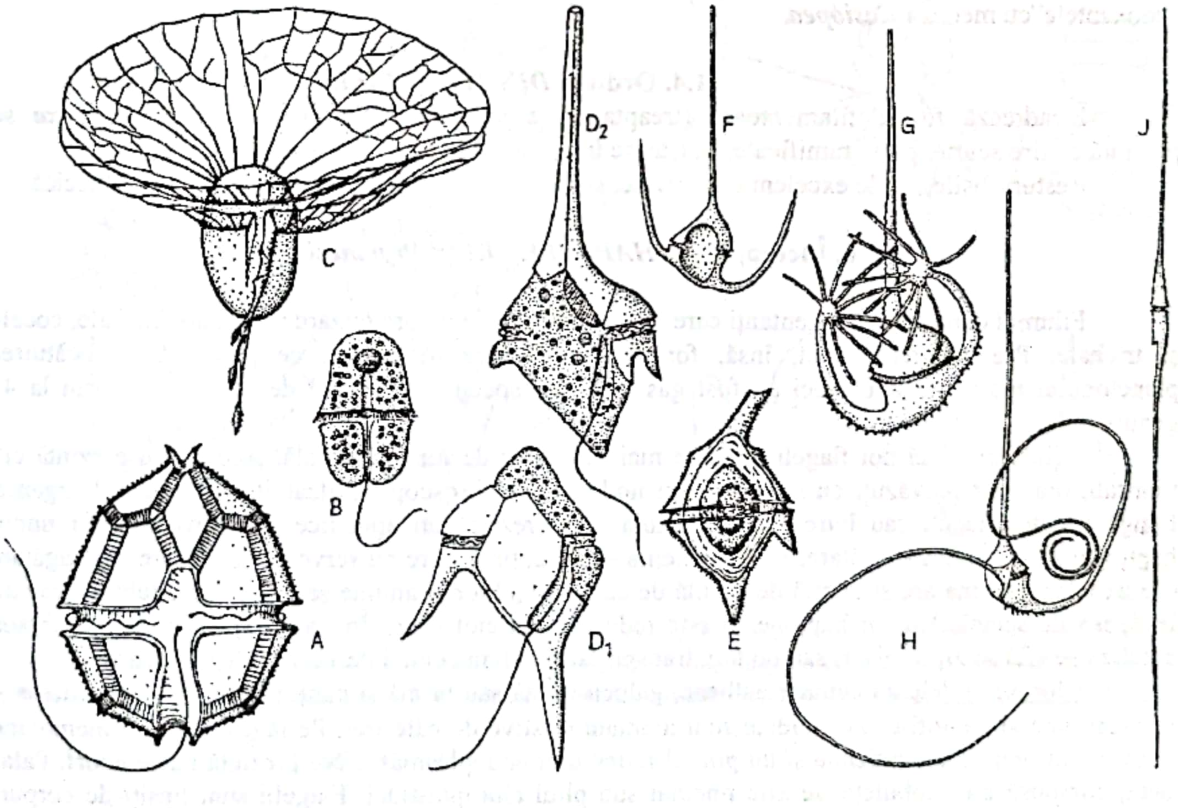


Fig. 104. *Dinophyta* (*Pyrrhophyceae*): A – *Peridinium tabulatum*; B – *Gymnodinium aeruginosum*; C – *Ornithocercus splendidus*; D1, D2 – *Ceratium hirundinella* după diviziune; E – *Ceratium cornutum* – cista; F – *Ceratium tripos*; G – *Ceratium palmatum*; H – *Ceratium reticulatum*; J – *Ceratium fusus* (A- după Schilling; B- după Stein; C- după Schütt; D- după Lauterborn; E- după Schilling; F, G, H- după Karsten; J- după Schütt, din Strasburger, 1999)

Sistematica. Încrengătura cuprinde o singură clasă.

---

[*] Grafiată greşit ca *N. militaris* (Gh. Popescu, 2000)

5.1. Clasa *DINOPHYCEAE*

Clasa încadrează 4 ordine, pe baza nivelului de dezvoltare a talului lor: *Dinophysiales, Peridiniales, Dinococcales și Dinotrichales.*

1.1. Ordinul *DINOPHYSIALES*

Celula lor este împărțită printr-un perete transversal în două jumătăți (epicon și hipocon), care la rândul lor sunt subîmpărțite suplimentar printr-o crăpătură longitudinală. Ex. ***Ornithocercus splendidus*** (fig. 104-C).

1.2. Ordinul *PERIDINIALES*

Familia *Gymnodiniaceae*

La acestea celula este acoperită cu o membrană simplă. Ex. ***Gymnodinium aeruginosum***.

Familia *Peridiniaceae*

Familia încadrează cele mai numeroase specii care trăiesc în mările calde, unde provoacă „înflorirea roșie sau galbenă" a apelor. În mările reci, bogate în plancton, uneori concentrația peridiniaceelor atinge până la 200.000 de celule la 1l apă (după Sizova, din Gorlenko, 1990). Genul ***Peridinium*** (fig. 104-A) cu mai multe specii.

Pentru ele este caracteristică platoșa de la exteriorul celulei alcătuite din plăci de celuloză. Pentru speciile marine este caracteristic un sistem complicat de „pusule" (în formă de săculețe) care printr-un canal îngust ajung în crăpăturile flagelilor. Rolul acestora, însă, nu este pe deplin elucidat.

1.3. Ordinul *DINOCOCCALES*

Reprezentanții se caracterizează prin organizare cocală, adică celule vegetative imobile, fără flageli, în rest cu toate însușirile acestui filum. Mai răspândite sunt speciile genurilor ***Dinococcus, Tetradinium, Stylodinium***. Speciile genului ***Symbiodinium*** trăiesc în simbioză intracelulară ca „zooxantele"cu meduza ***Casiopea.***

1.4. Ordinul *DINOTRICHALES*

Încadrează forme filamentoase (treapta de organizare trichală). ***Dinothrix paradoxa*** se prezintă ca fire scurte, puțin ramificate, ce trăiesc în acvariile marine.

Resturi fosile, unele excelent conservate, sunt cunoscute din perioadele jurasică și cretacică.

6. Încrengătura *HAPTOPHYTA* (= *Prymnesiophyta*)

Filumul cuprinde reprezentanți care aparțin la treptele de organizare monadale, capsale, cocale și trichale. Preponderente sunt, însă, formele unicelulare monadale, ce participă la alcătuirea planctonului marin. În ape dulci au fost găsite puține specii, din totalul de 250 care aparțin la 45 genuri.

Celula prezintă doi flageli, de cele mai multe ori de lungime egală. Aceștia nu prezintă cili vibritali, dar sunt prevăzuți cu solzișori sau noduli, submicroscopici, alcătuiți din material organic. Lângă cei doi flageli sau între aceștia, celula mai prezintă un apendice în forma unui fir numit haptonema (gr. haptos – agățare, fixare; - nema – fir subțire), care nu servește la mișcare ci la agățare (fixare). Haptonema are structură deosebită de cea a flagelilor și anume șase sau șapte tubuli, aranjați în formă de seceră. Uneori haptonema este redusă la un ciot scurt. În unele cazuri și pe membrana celulară se află solzi, solzișori sau noduli, transportați în afara celulei de veziculele golgiene.

Cloroplastidele au culoare galbenă, galben-brună sau brună și conțin pigmenții: clorofila *a* și *c*, β-carotina și xantofile. Tilacoidele sunt aranjate în stive de câte trei. Pe lângă cele trei membrane proprii, cloroplastidele prezintă și un pliu al reticulului endoplasmatic. Nu prezintă nucleomorf. Pata-ochi, compusă din globulețe, se află imediat sub pliul cloroplastidei. Flagelii sunt lipsiți de corpuri bazale.

Sistematica. Încrengătura cuprinde o singură clasă: *Haptophyceae*[*] cu două ordine: *Prymnesiales* și *Coccolithophorales.*

---

[*] De cele mai multe ori cele două ordine au fost încadrate la *Chrysophyceae.*

6.1. Clasa *HAPTOPHYCEAE*

1.1. Ordinul *PRYMNESIALES*

La exterior, celulele sunt acoperite cu două straturi de solzişori, alcătuiţi din poliglucide, vizibile numai la microscopul electronic.

Genul ***Chrysochromulina*** se caracterizează prin haptonema foarte lungă, de până la cinci ori mai lungă decât flagelii. Pe lângă nutriţia fotoautotrofă, unele specii ale acestui gen pot fi fagotrofe, înghiţind celule întregi de *Chlorella*. Celulele pot trece şi într-o fază amoeboidală.

Înmulţirea se face prin diviziunea longitudinală a celulelor cu flageli sau prin diviziunea celulelor amoeboide în mai multe celule fiice.

Genul ***Prymnesium*** (fig. 105-D) se deosebeşte de *Chrysochromulina* prin haptonema mai scurtă. Specia *Prymnesium parum* se fixează cu haptonema de branchiile peştilor din ape sărate, provocând pieirea acestora în polderele Olandei sau în iazurile cu apă moderat sărată (Danemarca, Palestina ş.a.). Alga elimină în apă toxine cu acţiune hemolitică (ca şi *Chrysochromulina*) ducând la moartea în masă a peştilor.

1.2. Ordinul *COCCOLITHOPHORALES*

La acestea haptonema este foarte scurtă sau poate lipsi. Celulele poartă pe plasmalemă două straturi subţiri de solzişori din poliglucide. Deasupra acestora se află un strat exterior de plăci sau beţişoare („Coccolite") alcătuite din calcit, într-o mare varietate de forme caracteristice speciilor.

Unele specii (precum ***Coccolithus pelagicus***) au devenit imobile prin pierderea flagelilor sau chiar sedentare (ca ***Syracosphaera***).

Cocolitele unor *Coccolithophorales* sunt cunoscute ca fosile din Jurasic. Ele au avut o contribuţie importantă la formarea unor sedimente de calcar, din care mai înainte se prepara creta de scris.

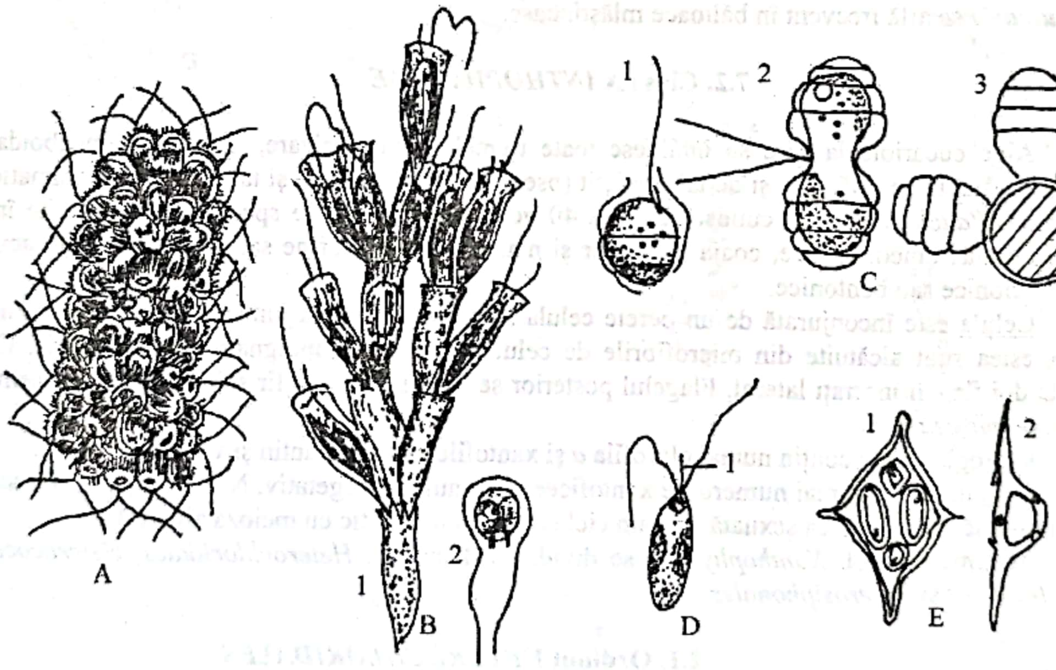


Fig. 105. *Chrysophyceae*: A – *Synura* – o colonie în stadiul de diviziune. B – *Dinobryon*: 1 – aspectul exterior al coloniei; 2 – cista; C – *Kephyriopsis*: 1 – aspectul exterior; 2 – contopirea gameţilor; 3 – formarea cistelor; D – *Prymnesium* – celula cu haptonema (l); E – *Dictyocha fibula* – scheletul exterior din siliciu (după Sizova, din Gorlenko)

7. Încrengătura *HETEROKONTOPHYTA* (= *CHRYSOPHYTA*)

Încrengătura cuprinde alge ale căror stadii mobile sunt caracterizate prin flageli inegali ca lungime (heteroconţi). Diferite forme de tal au structura electronomicroscopică a celulei foarte unitară.

Talul este foarte variat. Se întâlnesc toate treptele, de la organizarea monadală până la cea sifonală, însă se impun trepte superioare de organizare şi anume: talurile filamentoase împletite dar şi cu diferenţiere internă, anatomică.

Celula prezintă perete celular întărit în mod secundar prin straturi de protecţie suplimentare. Aceasta este prevăzută, în mod constant, cu doi flageli heteroconţi. Flagelul de tragere este mai lung, îndreptat înainte şi prezintă două rânduri de cili vibratili. Flagelul de târâre, mai scurt, este neted şi are baza lărgită ca o umflătură.

Cloroplastidele conţin clorofila *a* şi *c* dar şi pigmenţi accesorii ca β-carotină şi diferite xantofile, care le conferă culoarea galbenă, galbenă-brunie până la brună. Suplimentar, la membrana dublă a cloroplastidelor, se adaugă un pliu al reticulului endoplasmatic, care înconjoară plastidele. În acestea se află de fiecare dată trei tilacoide în stive (o aranjare identică întâlnită şi la *Euglenophyta* şi *Dinophyta*). Sub membrana plastidelor se dispun paralel şi neîntrerupt tilacoide, care formează centura de lamele foarte caracteristică.

Pata-ochi, atunci când există, se află tot în interiorul plastidelor, aproape de baza flagelilor.

Nutriţia este fotoautotrofă, iar ca substanţe de rezervă se află crizolaminarina, în parte laminarina şi manitolul (alcoolul din zahăr). Acestea se depun atât intraplastidial (în jurul pirenoizilor) dar şi extraplastidial. Adesea apar ca substanţe de rezervă şi grăsimi, care se depun în jurul pirenoizilor şi rareori în vacuole. Rareori se poate întâlni o nutriţie heterotrofă sau fagotrofă.

Sistematica. Încreng. *Heterokontophyta* se divide în 5 clase:

1. Cl. *Chloromonadophyceae*
2. Cl. *Xanthophyceae*
3. Cl. *Chrysophyceae*
4. Cl. *Bacillariophyceae*
5. Cl. *Phaeophyceae*

7.1. Clasa *CHLOROMONADOPHYCEAE*

Sunt unicelulare mobile (treapta monadală). Celulele sunt relativ mari (50-100 μ), acoperite cu o peliculă lipo-proteică şi prevăzută cu plastide verzi până la galben-verzui. Ca substanţe de rezervă se află numai grăsimi.

Cupride 6 genuri cu numai 10 specii de apă dulce (cu o excepţie de apă sărată). ***Goniostomum*** şi ***Vacuolaria*** se află frecvent în băltoace mlăştinoase.

7.2. Clasa *XANTHOPHYCEAE*

Alge eucariote la care se întâlnesc toate treptele de organizare, de la cea amoeboidală şi monadală până la cea sifonală şi de tal împletit (pseudoparenchimatică) şi tal ţesut (parenchimatic) (la *Botrydium*, *Vaucheria*). Sunt cunoscute circa 40 genuri cu mai multe specii larg răspândite în ape dulci, pe soluri umede, pietre, coaja copacilor şi mai rar în ape marine sau salmastre. Cele acvatice sunt planctonice sau bentonice.

Celula este înconjurată de un perete celular, alcătuit din două jumătăţi, care se prind una în alta. Acestea sunt alcătuite din microfibrile de celuloză, adesea impregnate cu acid silicic. Celula prezintă doi flageli inseraţi lateral. Flagelul posterior se termină într-un fir subţire numit axonema (ca şi la *Phaeophyceae*).

Cloroplastidele conţin numai clorofila *a* şi xantofilele-heteroxantin şi vaucherioxantin.

Înmulţirea. Cele mai numeroase xantoficee se înmulţesc vegetativ. Numai la genul ***Vaucheria*** este cunoscută reproducerea sexuată, într-un ciclu de viaţă haplontic cu meioza zigotică.

Sistematica. Cl. *Xanthophyceae* se divide în 4 ordine: *Heterochloridales*, *Heterococcales*, *Heterotrichales* şi *Heterosiphonales*.

2.1. Ordinul *HETEROCHLORIDALES*

Acesta încadrează toate formele monadale. Ex. ***Ankylonoton pyreniger***, ***Heterochloris***, care poate să-şi schimbe conturul, formând pseudopode.

2.2. Ordinul *HETEROCOCCALES*

Reprezentanţii ordinului (fig. 106-G) sunt forme cocale imobile cu peretele celular gros dar şi specii care plutesc libere. La genul ***Capitulariella*** talul este filamentos ramificat şi cu sporociste la capăt. Sporocistele se desprind ca un întreg şi apoi eliberează sporii (ca şi la alga verde ***Trentepohlia***). Creşte pe sol umed.

Genul ***Botrydiopsis*** se întâlneşte în ape dulci nu prea adânci dar şi în sol.

2.3. Ordinul *HETEROTRICHALES*

Sunt specii de apă dulce şi sol umed. La genul ***Tribonema*** talul este filamentos neramificat. Structura peretelui celular este caracteristică, cu îngroşări în forma literei H.

2.4. Ordinul *HETEROSIPHONALES*

Acest ordin are două genuri mai amănunțit cercetate: *Botrydium* și *Vaucheria*.

Genul ***Botrydium*** (fig. 106 G, H). Celula are forma unei vezicule de aproape 2 mm, ancorată în mâl prin rizoizi ramificați. În celulă, numită celoblast, se află numeroși nuclei situați în plasma parietală. De asemenea, se află numeroși cromatofori discoidali. Peretele celular este alcătuit din pectină și celuloză. Când celula de *Botrydium* este acoperită de apă se formează numeroși zoospori heteroconți, care sunt eliberați după umflarea vezicii și spargerea peretelui acesteia asemănător erupției unui vulcan. Pe substrat potrivit zoosporii dau naștere la numeroase ciste, cu mai mulți nuclei, iar citoplasma se retrage în rizoizi.

Genul ***Vaucheria*** (fig. 106 A-F) are tal sifonal, sub forma unui sistem de tuburi ramificate, alungite, fără septuri, cu numeroși nuclei și cromatofori. Peretele celular, ca și la *Botrydium*, este alcătuit din pectină și celuloză. La unele specii pereții celulari sunt încrustați cu calcar și pot forma tufuri calcaroase.

Speciile genului *Vaucheria* trăiesc în ape dulci sau pe sol umed, de care sunt ancorate printr-un mănunchi de rizoizi.

Înmulțirea vegetativă are loc în mod caracteristic și duce, în final, la formarea unui sinzoospor (totalitatea zoosporilor din celulă). Capetele tuburilor se umflă, se delimitează printr-un sept și devin astfel o celulă plurinucleară. După crăparea peretelui, din fiecare celulă iese un spor, de forma unui ou, cu numeroși flageli heteroconți, dispuși în perechi pe suprafața sa. Acesta reprezintă sinzoosporul cu perete celular, flageli (la bază cu blefaroplaști), numeroși cromatofori și vacuole pulsatile.

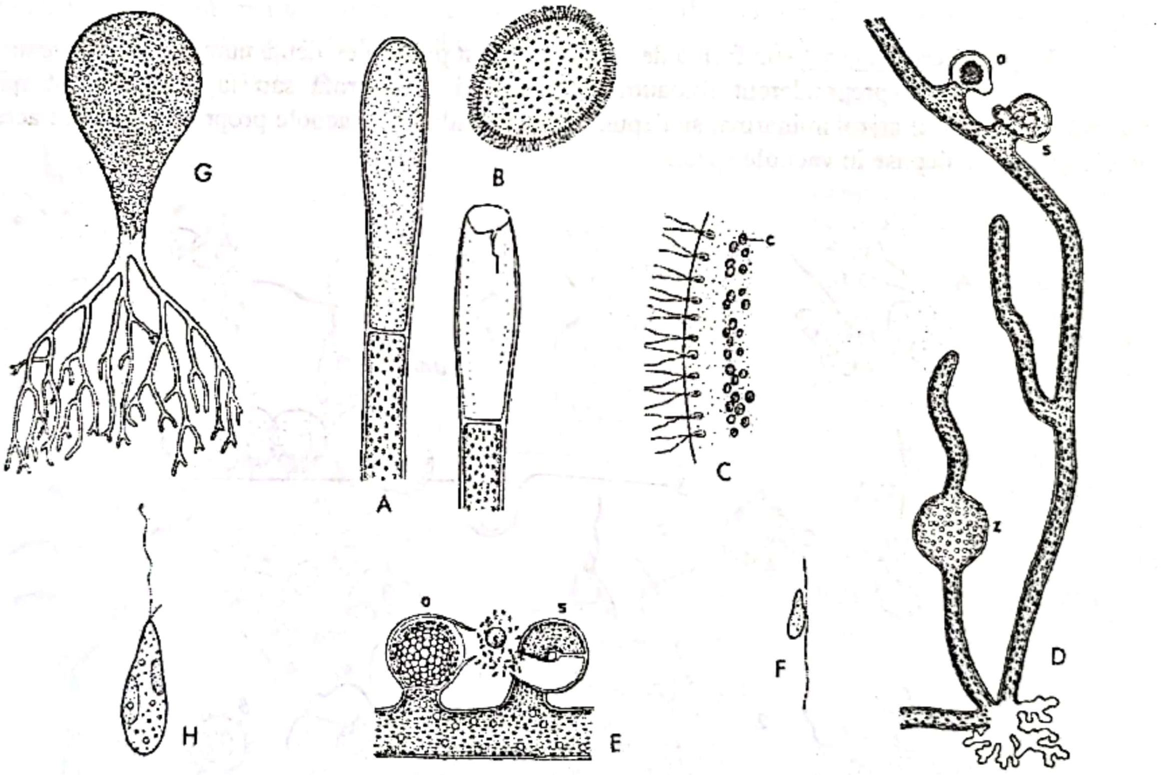


Fig. 106. *Xanthophyceae, Heterosiphonales*: A – F - *Vaucheria* (A-C – *V. repens*; D-E – *V. sessilis*; F – *V. synandra*): A – construcția unui sporocist; B – sinzoospor ieșit din sporocist; C – marginea sinzoosporului; D – alga cu rizoid și gametangiu născută din sinzoosporul B); E – porțiuni de filament cu gametangii; F – spermatozoid; G – H – *Botrydium granulatum*: G – o algă întreagă; H – zoospor; c – cromatofor; o – oogoniu; s – spermatogoniu; z – construcția sinzoosporului (A, B- după Goetz; C- după Strasburger; D- după Sachs; E- după Oltmanns; F- după Woronin; G- după Rostafinsky & Woronin; H- după Kolkwitz, din Strasburger, 1999)

Reproducerea sexuată. Gametangiile (oogoniile și spermatogoniile) apar ca răsfrângeri laterale ale tuburilor talului, delimitate prin septuri.

Oogoniul la început conține numeroși nuclei și cromatofori. Aceștia, înainte de formarea septului, migrează înapoi în filament, încât în oogoniu rămâne un singur nucleu. Oogoniul are o prelungire în formă de cioc, unde se adună plasmă fără culoare, care la deschiderea vârfului ciocului iese ca o ghiulea.

Spermatogoniul, împreună cu tubul pe care se află, este îndoit sub formă de corn. În acesta se formează numeroşi spermatozoizi minusculi, cu flageli heteroconţi. La maturare, vârful spermatogoniului se gelifică, spermatozoizii ies în afară şi pătrund în oogoniu prin deschizătura acestuia. Unul dintre spermatozoizi se contopeşte cu nucleul oogoniului şi se formează zigotul numit cistozigot. Acesta este o celulă de durată, cu perete gros la exterior şi cu substanţe de rezervă, mai ales uleiuri vegetale. El intră într-o perioadă de repaus şi devine hipnozigot. Mai târziu acesta germinează şi dă naştere, după meioză, la zoospori şi aceştia la noi filamente haploide de algă.

7.3. Clasa *CHRYSOPHYCEAE*

(gr. chrysos-auriu; -phyta) - Alge aurii

Speciile care aparţin acestei clase sunt unicelulare monadale, în parte şi coloniale. Rareori sunt încadraţi aici şi reprezentanţi ai treptei de organizare amoeboidale (*Rhisochrysis*), cocale (*Chrysosphaera*) (fig. 108-B), capsale (*Chrysocapsa*), trichale (*Phaeothamnion*) sau de tal-ţesut (*Thallochrysis*). Cromatoforii au culoare auriu-brună, până la brună, datorită predominanţei pigmentului fucoxantin, alături de care se mai află clorofila *a* şi *c*, carotenoizi şi luteină.

Formele mobile au 1-2 (rareori 4) flageli. Flagelii au aspect şi structură diferită. De exemplu, la *Chromulina verrucosa*, un flagel este neted, iar celălalt este penat.

Celula este acoperită, la unele genuri, cu solzişori de silice. Aceştia se formează în interiorul celulei, în nişte vezicule situate lângă cromatofori şi apoi sunt expulzaţi la exteriorul acesteia. Uneori se formează şi ciste silicizate. Rareori la exteriorul celulei se află o capsulă de celuloză sau carbonat de calciu.

Reproducerea sexuată sub formă de izogamie a fost pusă în evidenţă numai la puţine genuri.

Nutriţia este preponderent fotoautrotrofă, rareori heterotrofă sau fagotrofă. Substanţa de rezervă, poliglucidul crizolaminarina, se depune extraplastidial, în vacuole proprii. În afară de acestea se află şi uleiuri, depuse în vacuole speciale.

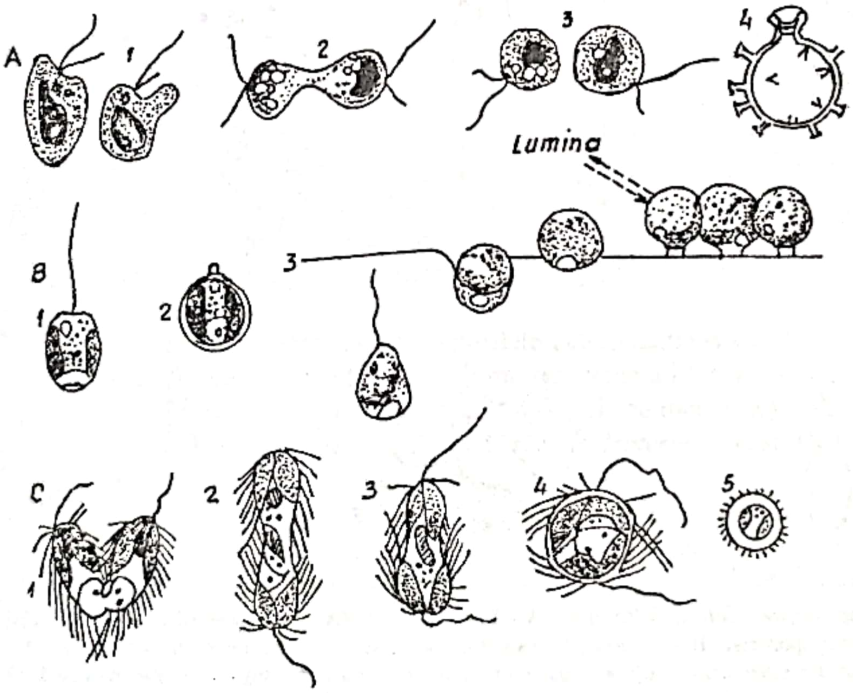


Fig. 107. *Chrysophyceae*: A – *Ochromonas*: 1 – aspectul exterior (în dreapta o celulă cu pseudopode) 2, 3 – diviziunea celulelor; 4 – cista cu învelişul silificat; B – *Chromulina*: 1 – aspectul exterior; 2 – cista; 3 – etape ale formării peliculei din ciste; C – *Mallomonas*: 1-3 – contopirea celulelor; 4 – planozigotul; 5 – cista (după Sizova, din Gorlenko)

Sistematica. Cl. *Chrysophyceae* încadrează circa 1.000 specii, care aparţin la 200 genuri. Acestea sunt forme de apă dulce, mai rar de apă salmastră sau sărată. Formele dulcicole preferă apa rece, limpede şi bine oxigenată.

Conform cu treptele de organizare ale talului, clasa se divide în patru ordine mai bine cunoscute: *Chrysomonadales*, *Dictyochales*, *Chrysocapsales* şi *Chrysotrichales*.

3.1. Ordinul *CHRYSOMANADALES*

Aici se încadrează alge unicelulare mobile, cu flageli (treapta monadală). La unele genuri se formează ciste endogene cu pereţi silicioşi.

Frecvent, în planctonul de apă dulce sunt specii ale genurilor ***Uroglena*** şi ***Synura*** (fig. 106-A), care formează cenobii sferice din mai multe celule dispuse radiar. La *Synura* celulele sunt acoperite cu plăcuţe de silice.

La ***Mallomonas*** (fig. 107-C) solzişorii de silice sunt prevăzuţi cu apendici lungi cu rol în plutire.

Genul ***Dinobryon*** (fig. 106-B) are mai multe specii de apă dulce şi marină, la care în jurul celulelor se formează capsule de celuloză. Celulele fiice, rezultate în urma diviziunii, se fixează de marginea capsulei mamă şi formează capsule noi, încât iau naştere cenobii stufos ramificate. Reproducerea sexuată are loc între două celule izolate, care înoată împreună, una lângă alta alături cu capsula celulei mamă şi prin contopire dau naştere la un cistozigot silicizat.

La genurile ***Ochromonas*** (fig. 107-A) şi ***Monas*** este caracteristică reducerea până la dispariţie (la *Monas*) a cromatoforilor şi trecerea la modul de nutriţie heterotrof.

Chromulina (fig. 107-B) cu mai multe specii monadale flagelate. Corpul lor este rotund sau fusiform, uneori capabil să-şi schimbe forma sau să formeze pseudopode. Pe lângă flagelul vizibil se mai află un flagel mic, cufundat într-o adâncitură a celulei şi poate fi observat numai la microscopul electronic. La unele specii stadiul monadal este redus şi ele trăiesc în aglomerări de celule imobile, înglobate într-o substanţă gelatinoasă (stadiul palmeloid). Celulele se aglomerează la suprafaţa iazurilor mici, a băltoacelor, sub forma unor pelicule, care în strălucirea razelor de soare, care cad perpendicular, conferă apei o culoare aurie. Deci, este o algă de neuston. *C. verrucosa* şi *C. ovalis* (în ape dulci), iar *C. rosanofii* se dezvoltă abundent în bazine artificiale de apă dulce, acvarii, colorând geamul acestora în galben-auriu.

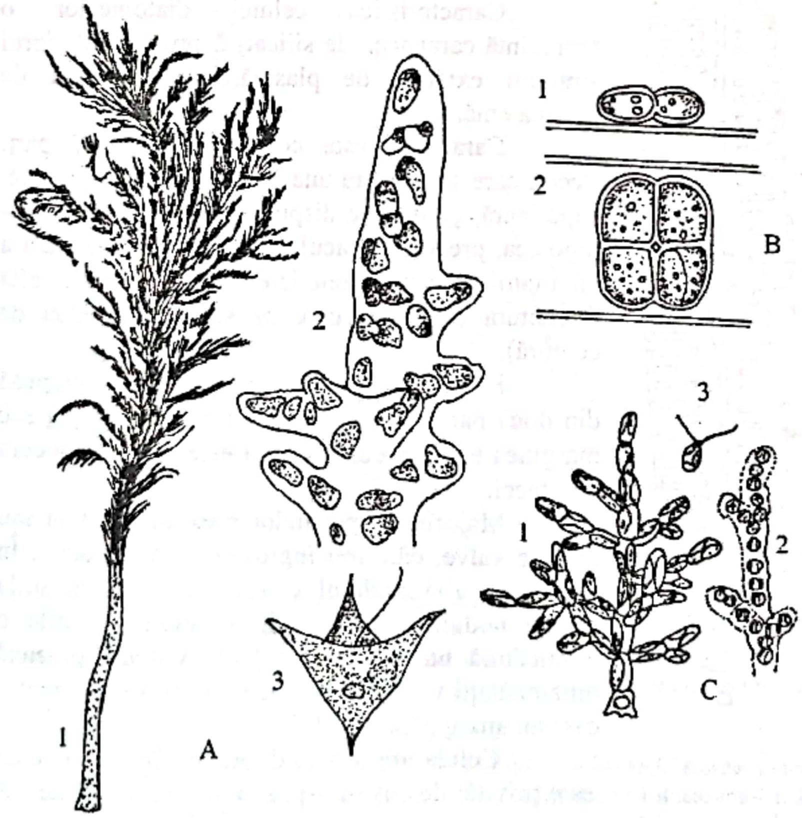


Fig. 108. A: *Hydrurus foetidus*: 1 – aspectul general al algei; 2 – vârful unor ramuri; 3 – zoospor; B – *Chrysosphaera* pe o algă filamentoasă: 1 – privită din profil; 2 – privită de sus; C – *Phaeothamnion*: 1 – colonie filiformă; 2 – celule înconjurate de structură gelatinoasă; 3 – zoospor (după Harder; Sizova, din Gorlenko)

3.2. Ordinul *DICHTYOCHALES*

Speciile sunt silicoflagelate nude, dar cu un schelet silicios fin în interiorul celulei.

3.3. Ordinul *CHROSOCAPSALES*

Ordinul încadrează forme care aparţin treptei capsale de organizare a talului.

Genul ***Hydrurus*** (fig. 108-A) include specii mărunte, care cresc fixate pe pietre, în păraie reci de munte.

3.4. Ordinul *CHRYSOTRICHALES*

Talul aparţine treptei trichale de organizare, adică celulele sunt legate între ele prin fire subţiri şi alcătuiesc filamente simple sau ramificate. ***Phaeothamnion*** (fig. 108-C) se întâlneşte în ape dulci. În condiţii speciale sporii acestor alge îşi pierd flagelii, se înconjoară cu perete gros şi se înmulţesc prin diviziune directă, alcătuind stadiul de palmelă (tetrasporală).

Forma de legătură cu cl. *Bacillariophyceae* este ***Stichochrysis immobilis***, care a pierdut în totalitate capacitatea de a forma spori prevăzuți cu flageli.

7.4. Clasa *BACILLARIOPHYCEAE* (= *Diatomeae*)
– Alge de silice

Diatomeele reprezintă un grup mare de alge, foarte bogat în specii (peste 10.000).

Mediile de viață și răspândirea. Diatomeele sunt unicelulare cocale, deseori reunite în colonii în formă de panglică sau evantai. Sunt larg răspândite, ca forme planctonice, în mări și oceane, cât și în ape dulci cu o compoziție și temperaturi diferite, în toate climatele. Ele se dezvoltă puternic, mai ales primăvara și toamna, mai puțin vara. Se întâlnesc și forme bentonice, dar și acestea în anumite stadii ale dezvoltării lor sunt planctonice.

Multe specii trăiesc pe solul umed, pe stânci umede, coaja copacilor, în izvoare fierbinți, pe zăpădă sau pe ghețarii zonelor polare. F. Nansen, celebrul explorator norvegian, în timpul navigației cu nava Fram, a observat pe gheață pete cafenii sub care gheața se topea repede (după M.V. Gorlenko, 1990). Aceste pete reprezentau îngrămădiri de diatomee. De asemenea, celebrul biolog și explorator român E. Racoviță a observat pe ghețurile Antarcticei și pe coastele cufundate în apă ale aisbergurilor o „mâzgă" cenușie, care la microscop s-a dovedit a reprezenta îngrămădiri de milioane de celule de diatomee. Sunt cunoscute și forme tropicale, care, împreună cu alge albastre, trăiesc pe frunze (specii epifile).

Structura celulei (fig. 109). Celula este lipsită de flageli (treapta coccală de organizare). Numai gameții masculini ai unor specii din ord. *Centrales* (ex. *Melosira*) posedă un flagel cu cili vibratili (flagelul anterior de tragere).

Caracteristica celulei diatomeelor o reprezintă carapacea de silicat, depusă în interiorul stratului exterior de plasmă, strâns alipită de plasmalemă.

Carapacea este compusă din două părți (tece), care se acoperă una pe alta. Partea cea mare, superioară, epiteca se dispune peste cea inferioară-hipoteca, precum capacul peste partea superioară a unei cutii. Pe suprafețele laterale ale tecelor se află o centură de benzi care se suprapun (benzi de centură).

Fiecare tecă, la rândul său, este compusă din două părți: valva sau fundul tecei și pleura sau marginea tecei. Pleura epitecii este fixată de pleura hipotecei.

Majoritatea penatelor prezintă, pe una sau ambele valve, câte trei îngroșări numite noduli. În mijloc se află nodulul central sau stauros și la capete nodulii terminali. Între noduli se află o despicătură numită rafa (rafeu). Valvele prezintă ornamentații variate (linii, puncte, striuri, excavații) care nu ajung până la rafă.

Celula are aspect diferit în funcție de cum este privită: de sus (dinspre fundul valvei) este așa numita vedere a carapacei; de jos (din lateral), dinspre banda de centură, când se observă cum se suprapun valvele prin marginile lor.

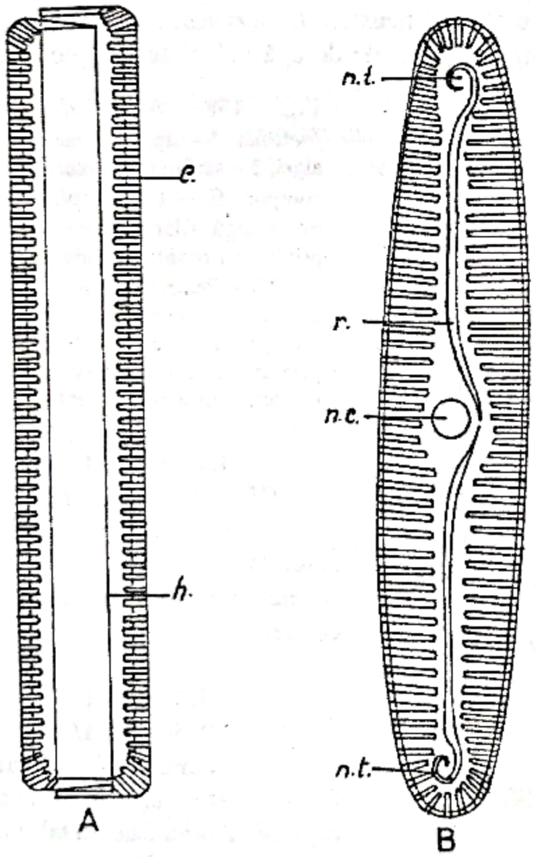


Fig. 109. *Pinnularia*: A – carapacea văzută din partea pleurei; B – din partea valvulei; e – epiteca; h – hipoteca; r – rafa; n.c. – nodul central; n.t. – nodul terminal (după Kursanov, din Buia et al.)

În funcție de configurația celulei și de structura valvelor, unele diatomee au o structură radiară (ord. *Centrales*) cu trei planuri de simetrie; altele au structură bilaterală, cu unul sau două planuri de simetrie (ord. *Pennatales*).

Prin carapace și benzile de centură se formează în interiorul celulei septuri sau diafragme incomplete.

Învelişul de silicat prezintă pe suprafeţele valvelor structuri caracteristice, constante şi precise din punct de vedere geometric şi au rol în sistematica diatomeelor. La microscop, pe suprafaţa valvelor se observă un sistem complicat de striuri, coaste, puncte, areole etc., care reprezintă fie părţi mai groase sau mai subţiri ale carapacei, care alternează, fie pori străpunşi sau camere care se deschid în interior sau exterior. Orificiile din interiorul carapacei, prin care protoplaştii comunică cu exteriorul, pot ocupa până la 70% din suprafaţa valvei.

Silicatul din alcătuirea carapacei este cristalizat, în parte amorf. Pe lângă silicat, în alcătuirea peretelui de celulă, se mai află pectine, proteine, substanţe lipidice, dar niciodată celuloză.

Citoplasma formează un strat parietal subţire. La unele specii, acesta ocupă centrul celulei unde este situat şi nucleul, iar vacuola ocupă partea cea mai mare a lumenului celulei.

Cromatoforii sunt în număr de unu, doi sau mai mulţi şi au forma unor plăci (uneori cu pirenoizi) sau granule asimetrice. Ei au culoare galbenă, galbenă-aurie sau brună şi conţin pigmenţii: clorofila *a* şi *c*, β caroten, xantofilele, dintre care fucoxantina este în cantitatea cea mai mare. Structura electronomicroscopică a acestora arată că sunt alcătuiţi din trei tilacoide şi un tilacoid de centură care înconjoară cromatoforul.

Nutriţia este fotoautotrofă, iar substanţele de rezervă sunt: crizolaminarina care se depune în sucul vacuolar, uleiuri care se depun în celulă sub formă de picături. Deci, toate substanţele de rezervă se depun extraplastidial.

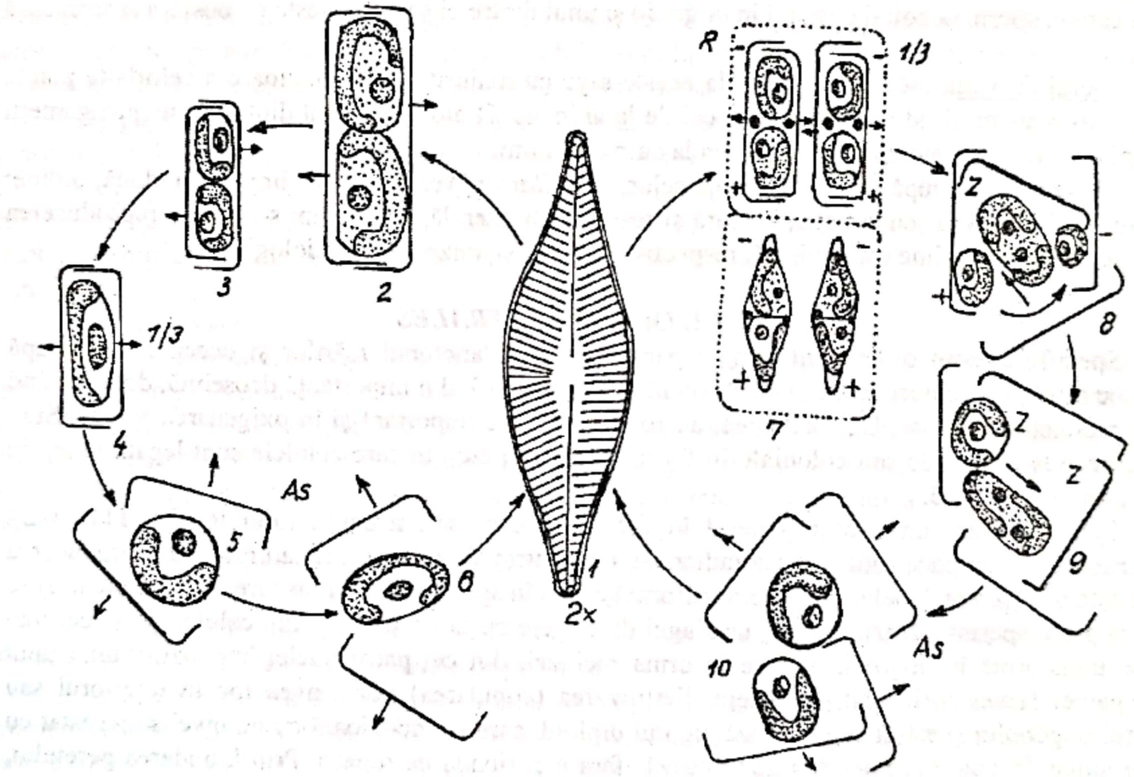


Fig. 110. Formarea auxosporilor la *Bacillariophyceae*. Stânga: diviziunea prin sciziparitate a celulei diploide (1) rezultând două celule fiice identice (2,3); cea mai mică jumătate (4) îşi poate reconstitui hipoteca (5) şi ia forma de auxospor (6) din care rezultă un nou individ diploid (1); Dreapta: reproducerea sexuată: R – meioza; cei patru nuclei haploizi rezultaţi (7) participă la reproducere: gameţii şi zigoţii (8,9) din care rezultă două celule noi diploide (10) care îşi refac carapacea cu cele două tece (după Soó)

Înmulţirea vegetativă (fig. 110-stânga) se face prin diviziune. Protoplaştii se măresc, iar cele două tece se depărtează una de alta la nivelul benzilor de centură. Nucleul se divide mitotic, iar protoplaştii se împart în două jumătăţi egale printr-un plan paralel cu valvele. Fiecare protoplast nou cu un nucleu diploid moşteneşte o valvă a carapacei care este epiteca, iar a doua valvă, care se sintetizează, va fi hipoteca. Celulele fiice rezultate fie se despart (la formele solitare) sau rămân legate prin fire de gelatină la formele coloniale. Prin diviziuni succesive, deoarece carapacea silificată nu se dilată, se ajunge la micşorarea progresivă a celulelor fiice până la o dimensiune minimă, care este aproximativ jumătate din mărimea de plecare. În acest moment începe reproducerea sexuată, legată cu o mărire în volum a zigoţilor, ca o compensare a micşorării dimensiunilor celulelor rezultate din diviziuni succesive.

Reproducerea sexuată (fig. 110-dreapta)

La unele *Pennales* (ex. *Gomphonema*) procesul sexual se desfăşoară asemănător cu conjugarea de la algele *Desmidiales* (Cl. *Conjugatophyceae, Chlorophyta*). Doi indivizi se apropie şi nucleii se divid independent meiotic şi rezultă patru nuclei haploizi. Dintre aceştia trei sau doi degenerează. În primul caz tot conţinutul celulei devine gamet, iar în al doilea caz se formează doi gameţi. Dintr-o celulă iese un gamet, care prin mişcări amoeboidale devine gamet masculin, trece în cealaltă celulă şi se contopeşte cu gametul feminin imobil din acesta. Când se formează doi gameţi, unul iese din celulă (gamet ♂), iar celălalt rămâne pe loc (gamet ♀). Are loc fertilizarea şi astfel se formează câte doi zigoţi. La unele diatomee, între celulele copulante se pot forma canale mucozitare (canale de copulare), prin care gametul masculin se deplasează activ spre cel femel. Procesul sexuat la aceste diatomee poate fi numit o anizogamie fiziologică.

Zigoţii formaţi cresc în dimensiuni şi se transformă în aşa numiţii auxospori. Membrana subţire a zigotului se dilată şi se rupe. Auxosporul diploid se acoperă cu o membrană proprie, îşi sintetizează carapacea de silicat şi se transformă în celulă vegetativă diploidă, de mai multe ori mai mare decât celula de plecare.

La diatomeele din ordinul *Centrales* (ex. *Melosira*) reproducerea sexuată este o oogamie. În unele celule – spermatogonii – se formează în urma meiozei patru spermatozoizi haploizi cu câte un flagel (rareori 2) cu cili vibratili. În alte celule – oogonii – tot în urma meiozei, din cei patru nuclei haploizi rezultaţi, numai unul singur este viabil şi devine gamet feminin (oosfera) neflagelat. Prin mişcări active, spermatozoizii pătrund în oogoniu şi unul dintre ei se contopeşte cu oosfera şi formează zigotul.

Ciclul de viaţă face discordanţă la aceste alge cu majoritatea covârşitoare a celorlalte plante acvatice sau terestre, fiind asemănător cu cel de la animale. Diatomeele sunt diploide, singuri gameţii sunt haploizi. Meioza este zigotică, la fel ca la animale şi om.

Sistematica. După simetria carapacelor, *Bacillariophyceae*- le se împart în două ordine: *Centrales* şi *Pennatales*, cu simetrie radiară şi respectiv bilaterală. După cum s-a văzut, reproducerea sexuată la cele două ordine este diferită, respectiv oogamie şi anizogamie fiziologică.

4.1. Ordinul *CENTRALES*

Speciile acestui ordin sunt larg răspândite în fitoplanctonul mărilor şi oceanelor şi ocupă primul loc între producătorii primari de substanţă organică, având o importanţă deosebită, determinând în final producţia de peşte. De asemenea, au rol deosebit de important şi în oxigenarea apelor. Sunt forme unicelulare imobile sau coloniale în formă de lanţuri etc., în care celulele sunt legate între ele prin firişoare de gelatină.

Celula lor are un contur general în formă de cerc sau triunghi rotunjit (fig. 111 H-L). Sculpturile de pe carapace sunt dispuse radiar sau concentric. Pe carapace nu au rafă, iar reproducerea sexuată este o *oogamie*. Unele celule se transformă direct în spermatogoniu, în care în urma meiozei se formează patru spermatozoizi, cu câte un flagel de tragere cu cili vibratili. Alte celule, de obicei mai mari, se transformă în oogonii, în care în urma meiozei, din cei patru nuclei haploizi, numai unul devine gamet femel neflagelat – oosfera. Fertilizarea (copularea) poate avea loc în interiorul sau exteriorul oogonului şi astfel se formează zigotul diploid, care se înconjoară cu un înveliş încrustat cu solzi de silice. În apa mării acestea germinează fără o perioadă de repaus. Prin întinderea peretelui, zigotul se măreşte până la 2-4 ori dimensiunea celulei iniţiale şi devine auxozigot. Carapacea veche, care mai atârnă pe auxozigot devenit auxospor, dispare treptat. În interiorul auxosporului se sintetizează o nouă carapace din vezicule golgiene care se contopesc treptat. Astfel, auxosporul se transformă într-o nouă celulă vegetativă diploidă. Aceasta, prin diviziuni mitotice succesive dă naştere la o nouă generaţie de celule vegetative fiice, micşorate preogresiv, dar tot diploide.

Ca adaptare la viaţa planctonică, celulele vegetative sunt imobile, lipsite de flageli. Pentru unii reprezentanţi sunt caracteristice, pe carapace, diferite excrescenţe (la *Chaetoceros*), formarea unor centuri subţiri, puţin silicificate, datorită cărora suprafaţa celulei creşte, dar scade densitatea ei şi astfel ajută la plutire. De asemenea, acumularea în celulă a uleiurilor, cu densitatea mai mică decât a apei, un înveliş gros, gelatinos, la suprafaţa carapacei, sunt alte adaptări ale acestor alge la viaţa planctonică.

Genul ***Melosira*** (fig. 112-A) prezintă celule scurt cilindrice sau în formă de butoiaşe. Speciile acestui gen sunt frecvente în planctonul şi bentosul bazinelor cu apă sărată şi dulce.

Genul ***Coscinodiscus*** (fig. 111-H) prezintă numeroase specii marine, atât planctonice, dar şi pe fundul bazinelor cu apă dulce şi marină. Unele specii au, pe marginea valvei, spinişori ca adaptări pentru plutire.

La speciile genului *Chaetoceros* (fig. 111-L) celulele au centuri suplimentare. Pe carapace se află perişori lungi sau spini pe fiecare pol al valvelor eliptice. Datorită spinilor, celulele se unesc în asociații alungite, caracteristice speciilor planctonice.

Genul ***Triceratium*** (fig. 111-J) cu specii marine. Celulele au contur triunghiular până la poligonal.

Entomodiscus gazellae este specie de plancton din mările calde. Celula are formă de cutie cilindrică, cu diametrul de aproape 2 mm. Aceasta reprezintă cea mai mare diatomee cunoscută.

Genul ***Stephanodiscus*** are celula în formă de cerc şi prezintă pe marginea carapacei o coroană de țepi.

Thallassiosira decipiens se dezvoltă masiv în golfurile marine ale Japoniei şi duce la moartea în masă a moluştelor, prin astuparea branhiilor acestora.

Fragilaria oceanica, din Oc. Indian, reprezintă hrana de bază a sardinei (peşte oceanic).

Planktoniella sol se dezvoltă masiv în curentul Gulfstream.

4.2. Ordinul *PENNALES*

Speciile încadrate aici sunt diatomee unicelulare sau coloniale. Celulele (fig. 111 A-G) au formă liniară sau lanceolată, de baghetă, bărcuță, suveică, cu structură penată a carapacei. Printre acestea există specii mobile (cu rafă) şi imobile. La aceste diatomee, planul de simetrie este o linie longitudinală, de la care sculpturile de silicat se dispun penat. În platoşa de silice se află o crăpătură longitudinală numită rafa. Se presupune că rafa joacă un rol în mişcările de târâre, care apar numai la aceste diatomee penate. Formele sedentare, imobile, sunt lipsite de rafă. În centru, rafa este întreruptă de nodulul central (stauros), iar la capete acestea se termină în cei doi noduli terminali (de capăt).

Reproducerea sexuată este diferită față de diatomeele *Centrales*, deoarece nu apar gameți masculi prevăzuți cu flageli. La *Pennales* fuzionează izogameți sub forma unor protoplste nude. Singura excepție o reprezintă genul *Rhabdonema*, la care reproducerea sexuată este o oogamie, însă nici la aceasta gameții masculi nu sunt prevăzuți cu flageli. Izogameții, deşi asemănători morfologic, sunt deosebiți ca funcție, masculini şi feminini. O astfel de reproducere a fost numită anizogamie fiziologică.

Reprezentanți

Genul ***Pinnularia*** (fig. 111 A-C) cu mai multe specii, larg răspândite în toate bazinele acvatice dar mai ales în cele cu apă dulce, sărace în calcar. Celula are formă alungită, eliptică. În mijlocul părții valvare se află rafa, sub forma unei linii subțiri, puțin înconvoiate. Din marginile valvelor pornesc, paralel, nişte ornamentații care nu ajung până la rafă. Celula conține cromatofori de culoare brună-gălbuie, iar în centru se află nucleul, într-o masă citoplsmatică. În aceasta se mai află vacuole pulsatile, picături de ulei şi grăuncioare de volutină.

Genul ***Navicula*** (lat. navicula – bărcuță) (fig. 112. 3-5) cu circa 500 specii răspândite în aceleaşi biotopuri ca şi *Pinnularia*, dar mai ales în ape salmastre şi sărate. Celula are formă eliptică, însă cu capetele înconvoiate în aşa fel încât aceasta ia formă de bărcuță. Se deosebesc de speciile de Pinnularia prin faptul că lipsesc coastele de pe valve.

Speciile epifite de *Navicula* se fixează pe suprafața altor alge sau plante superioare, formând colonii în forma unor tubulețe mucilaginoase, în care celulele vegetative se deplasează liber şi sunt aduse spre suprafață, unde sunt condiții de iluminare mai favorabile fotosintezei.

Celulele la genurile asemănătoare ***Gyrosigma*** (din bazinele cu apă dulce) şi ***Pleurosigma*** (din bazine cu apă sărată) sunt înconvoiate în forma literei S, şi se deosebesc între ele prin ornamentațiile carapacei. Datorită structurii fine, carapacea de la *Pleurosigma* poate servi la verificarea obiectivelor de microscop.

Speciile genului ***Nitzschia*** (fig. 112-7) sunt forme mobile de bentos, larg răspândite în diferite biotopuri acvatice, cu multe suspensii organice rezultate în urma poluării. Unele specii ale genului ***Synedra*** (fig. 112. 14-15) sunt planctonice, altele stau fixate pe perne de gelatină pe alte alge acvatice. (de apă dulce, salmastră sau marină). La genurile cu specii preponderent limnice (de mâl) ***Diatoma*** (fig. 112-6), ***Tabellaria*** (fig. 112-17), ***Fragilaria*** ş.a. celulele formează colonii în forma unor lanțuri lungi. La genul ***Asterionella*** (fig. 111-F), cu specii planctonice din ape dulci şi sărate, coloniile au forma de stea cu celule dispuse în planuri diferite, iar la ***Meridion***, coloniile au formă de evantai până la cea de cerc. Speciile genului ***Cocconeis*** trăiesc ca epifite pe ***Cladophora, Vaucheria*** sau pe plante superioare. Genul ***Licmophora*** încadrează specii de bentos, sedentare.

După diviziune, celulele rezultate rămân fixate unele de altele şi pe un piciorus de gelatină se formează colonii de forma unui arbust. La speciile genului ***Gomphonema*** (fig. 112-13) apar, de asemenea, colonii ramificate tot pe piciorus de gelatină. Specii de bentos prezintă şi genul ***Surirella***.

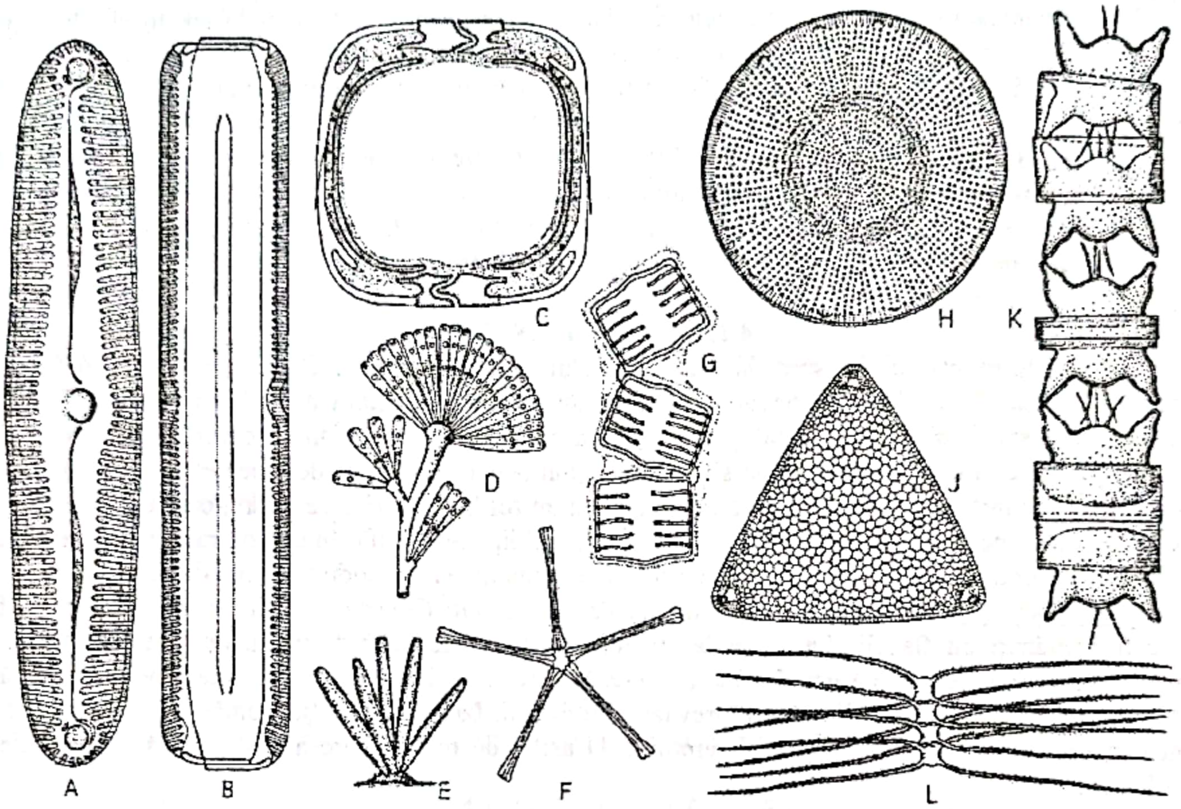


Fig. 111. *Bacillariophyceae*: A-C – *Pennales*: A-C – *Pinnularia viridis*; A – vederea carapacei cu rafa; B – vederea benzii de centură; C – secţiune transversală; D – *Licmophora flabellata*; E – *Synedra gracilis*; F – *Asterionella formosa*; G – *Tabellaria flocculosa*; H-L – *Centrales*: H – *Coscinodiscus pantocseki*; J – *Triceratium distinctum*; K – *Odontella* (*Biddulphia*) *aurita*; L – *Chaetoceros castracanei* (A, B- după Pfitzer; C- după Lauterborn; D-E- după Smith; F- după van Heurck; G- după Schröder; H- după Pantocsek; J- după A. Schmidt; K- după Smith; L- după Karsten, din Strasburger, 1999)

Consideraţii filogenetice

Mai multe caracteristici morfologice pledează pentru originea diatomeelor din algele Chrysomonadales, pe al căror perete celular pot apărea solzişori de silice. Diatomeele, însă, s-au oprit la treapta de organizare coccală, cu primele încercări de trecere la organizarea trichală.

Diatomeele Centrales, prin spermatozoizii prevăzuţi cu flageli, sunt considerate forme plesiomorfe, iar cele din ord. *Pennales*, forme apomorfe, la care flagelii s-au pierdut complet.

Formele centrice cele mai vechi se cunosc ca fosile din Jurasic. Diversificarea extremă în specii au atins-o în Cretacic. În Terţiar şi Interglaciar dezvoltarea luxuriantă a diatomeelor a dus la formarea de roci sedimentare – Diatomită (= Pământ de Tripoli = kiselgur). Din sedimentarea carapacelor silicioase ale acestor diatomee s-a format respectiva substanţă fină şi sfărâmicioasă cu variate utilizări industriale. Se foloseşte ca material abraziv (pentru lustruirea metalelor), ca material filtrant în medicină şi industria chimică, ca izolator termic şi acustic (cărămizi refractare etc.). Când această rocă fosilă este pură serveşte la fabricarea dinamitei. Depozite importante de diatomită se află în diferite părţi ale lumii, printre care în California (SUA), de unde se extrag 270. 000 tone anual.

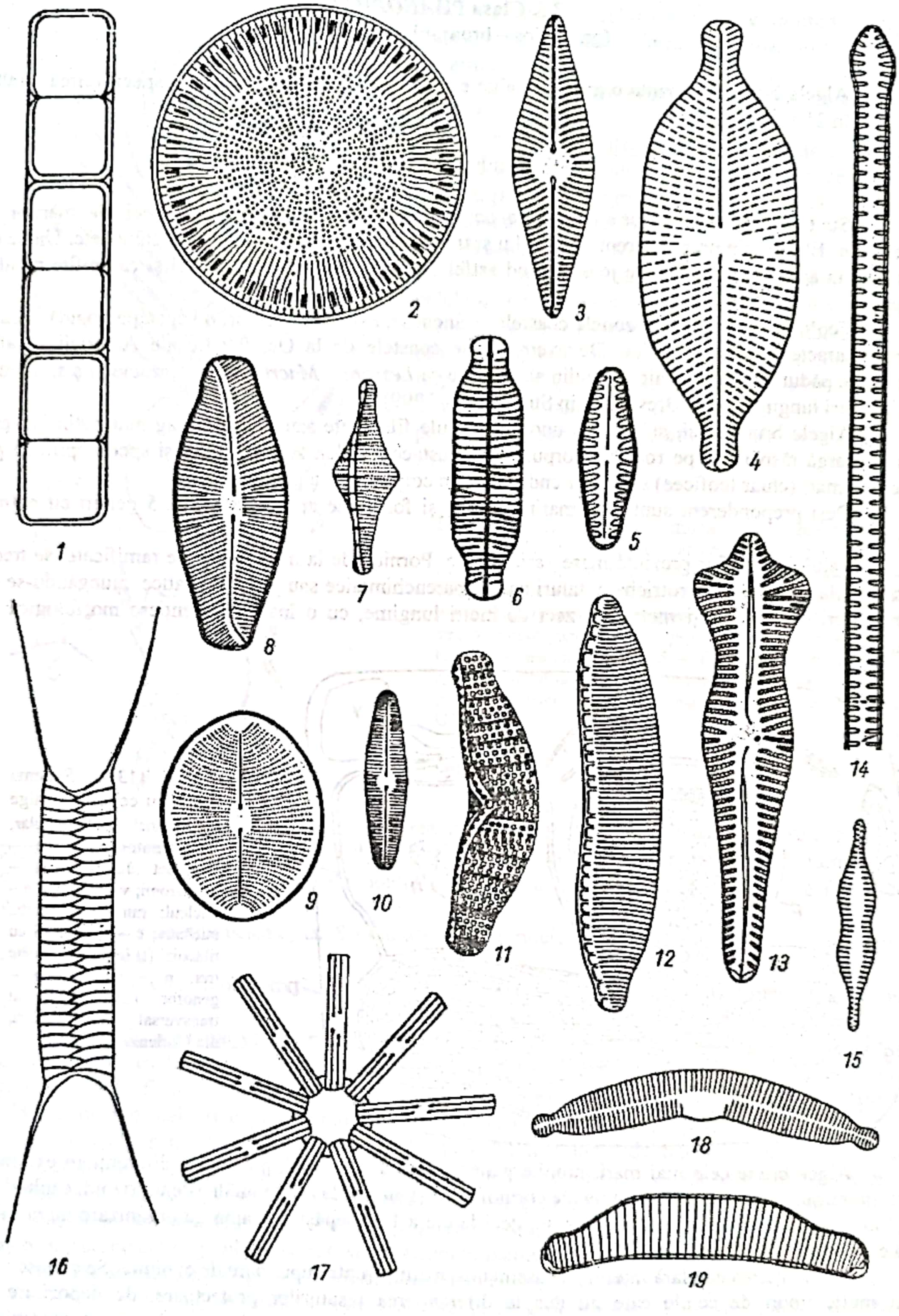


Fig. 112. *Bacillariophyceae*: 1 – *Melosia varians*; 2 – *Cyclotella badanica*; 3 – *Navicula cryptocephala*; 4 – *N. tuscula*; 5 – *N. hungarica*; 6 – *Diatoma vulgare*; 7 – *Nitzschia sinuata* var. *tabellaria*; 8 – *Eucocconeis flexella*; 9 – *Cocconeis pediculus*; 10 – *Achnanthes minutissima*; 11 – *Epithemia zebra*; 12 – *Hantzschia amphioxys*; 13 – *Gomphonema acuminatum* var. *coronata*; 14 – *Synedra ulna* var. *biceps*; 15 – *S. parasitica* var. *subconstricta*; 16 – *Attheya zachariasii*; 17 – *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides*; 18 – *Ceratoneis arcus*; 19 – *Eunotia praerupta* (după Soó)

7.5. Clasa PH*AEOPHYCEAE* [*]
(gr. phaios – brun; -phyceae) – Alge brune

Algele brune reprezintă o grupă de alge exclusiv pluricelulare, bogată în specii (circa 2.000) grupate în 250 genuri.

Răspândirea şi mediile de viaţă

Sunt alge marine cu cea mai mare dezvoltare în zonele temperate şi reci ale mărilor şi oceanelor. Ele aparţin preponderent bentosului şi trăiesc fixate ca litofile pe pietre, stânci etc. Unele se pot găsi în ape mai mici (maree joase), fiind astfel expuse la intemperii, deseori şi ca epifite pe alte alge.

Feoficeele formează în zonele coastelor stâncoase, expuse mareelor, o vegetaţie bogată şi cu o zonare caracteristică a speciilor. De exemplu, pe coastele de la Oc. Pacific ale Americii se află adevărate păduri submarine alcătuite din alge brune ca *Lessonia, Macrocystis, Nereocystis* ş.a. de mai mulţi metri lungime (după Bresinsky, in Strasburger, 1999).

Algele brune mici, sub forma unor minuscule filamente sau discuri, atrag mai puţin atenţia, deşi au largă răspândire pe roci, pe corpul unor crustacei, melci, scoici. Există şi specii epifitice pe alge mai mari (chiar feoficee) sau chiar endofitice (în corpul unor alge mai mari).

Deşi preponderent sunt alge marine, există şi forme de apă dulce (circa 5 genuri cu puţine specii).

Talul feoficeelor prezintă mare variabilitate. Pornind de la mici filamente ramificate, se trece la taluri filamentoase heterotrichale, taluri pseudoparenchimatice sau parenchimatice, ajungându-se la plante mari de mai mulţi metri sau zeci de metri lungime, cu o înaltă diferenţiere morfologică şi anatomică.

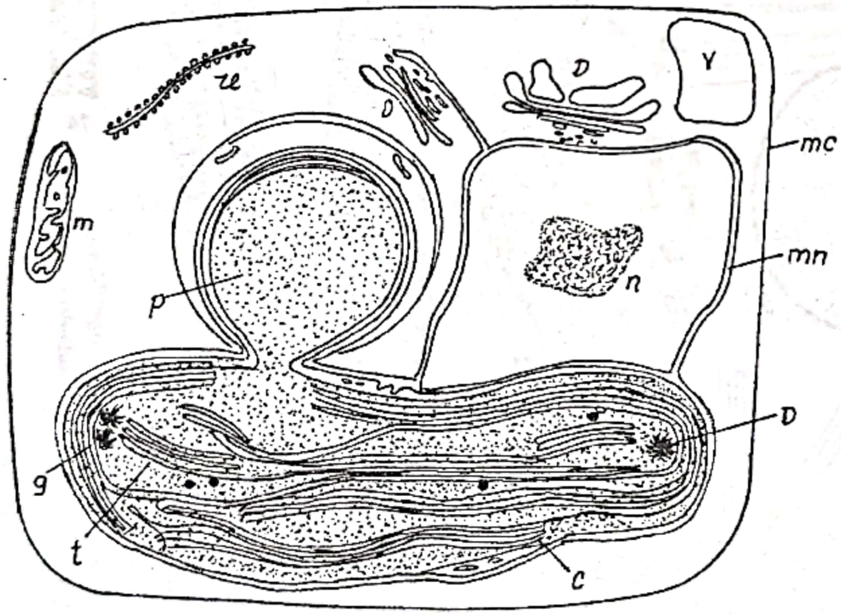


Fig. 113. Schema structurii celulare la alge brune: mc – perete celular; m – mitocondrii; re – fragment din RE; D – dictiozomi; v – vacuole; n – nucleul; mn – membrana nucleară; c – cloroplaşti cu tilacoizi (t) împachetaţi câte trei; p – pirenoid; g – genofor inelar secţionat transversal (după Sizova, din Gorlenko)

Algee brune cele mai mari, numite generic „iarbă de mare”, prezintă o diferenţiere externă, care aminteşte de organele vegetative ale cormofitelor şi anume la ele se întâlneşte un rizoid, cauloid şi un filoid. Unicelularele la feoficee lipsesc, deci la ele a fost depăşită treapta de organizare monadală sau coccală.

Diferenţierea celulară internă, de asemenea, a atins trepte superioare de evoluţie. Se cunosc mai multe tipuri de celule care au dus la diferenţierea ţesuturilor protectoare, de depozitare a substanţelor de rezervă, de asimilaţie etc., fără a se ajunge la ţesuturi conducătoare şi mecanice veritabile.

---

[*] Tratate drept clasă (şi nu încrengătură) pe baza flagelilor heteroconţi la Chadefaud (1960), Strasburger (1999) ş.a., opinie pe care o împărtăşim şi noi în prezenta carte.

Feoficeele, alături de unele clorofite (*Chara*) şi rodofite se numără printre cele mai evoluate alge eucariote.

Celula algelor brune are o organizare complexă (fig. 113).

Peretele celular se compune dintr-o fracţiune tare, alcătuită la rândul ei din fibrile de celuloză şi alginat, şi o fracţiune mucilaginoasă, formată din alginat şi fucoidan. Alginaţii sunt săruri ale acidului alginic cu diferiţi cationi (Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}).

Cromatoforii sau cloroplastidele sunt organite celulare cu organizare caracteristică. Aceştia sunt înconjurate de o membrană dublă şi suplimentar de un pliu al RE, încât apar înveliţi în trei membrane. De regulă generală, în celulă se află un cromatofor mare, brun, rareori mai mulţi discoidali sau lobaţi, dispuşi parietal. În cromatofor se află trei tilacoide aşezate în stive.

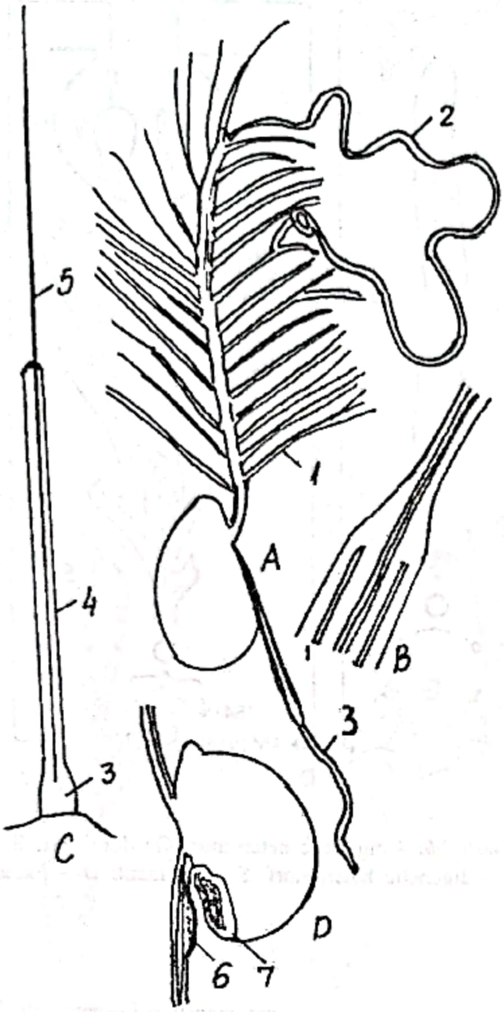


Fig. 114. Schema structurii monadale la algele brune: A – gamet de *Ectocarpus*: flagelul anterior cu mastigoneme (1) şi cu acronemă (2); flagelul posterior neted cu acronemă (3); B – trecerea de la axa flagelului la acronemă în care trec două microtubuşoare centrale ale axonemei flagelului; C – schema structurii mastigonemei la *Ascophyllum* (3 – mastigonemele de bază; 4 – partea tubulară; 5 – filamentul terminal); D – spermatozoidul la *Fucus* cu o umflătură (6) la baza flagelului posterior, învecinată cu stigma (7) (după Sizova, din Gorlenko)

Cromatoforii bruni, care dau culoarea acestor alge, conţin, în cantitatea cea mai mare, pigmentul asimilator caracteristic, de culoare brună, numit fucoxantină, care maschează clorofilele *a* şi *c* , β-carotina şi diferite xantofile. Pirenoidul este situat în afară cromatoforului şi are forma unui ghem.

Celula este uninucleată, cu 8 cromozomi la formele primare şi până la 32 cromozomi la formele derivate.

Nutriţia este fotoautotrofă, iar substanţa de rezervă laminarina (un polizaharid) se depune extraplastidial.

Celulele germinative (sporii şi gameţii) poartă pe corpul lor, în formă de pară sau fus, doi flageli inegali ca lungime (heteroconţi). Pe baza acestui tip heterocont de organizare a celulelor germinative, feoficeele sunt considerate clasă în încreng. *Heterokontophyta*. În apropierea nucleului se află pata-ochi, de culoare roşu-maroniu, dar inclusă în cromatoforul brun.

Flagelii sunt situaţi lateral (fig. 114). Flagelul mai lung, de tragere, situat anterior, este prevăzut cu mastigoneme (cili vibratili), iar cel scurt, de târâre, situat poaterior, este neted şi prezintă o umflătură bazală. Aceasta se află în apropierea petei-ochi şi are, probabil, rol de fotoreceptor. Flagelul de tragere se termină, totdeauna, cu un apendice subţire, deseori spiralat, denumit acronema. Cu ajutorul acronemei flagelului anterior, spermatozoizii realizează contactul iniţial cu gametul femel. La *Dictyotales*, spermatozoizii prezintă numai flagelul anterior (de tragere).

Ciclul de viaţă se desfăşoară cu o alternanţă de generaţii (fig. 115). În evoluţie, aceasta se prezintă ca o alternanţă de generaţii izomorfe → heteromorfe → extrem heteromorfe, cu aproape completa involuţie a gametofitului haploid la feoficeele evoluate (*Fucales*). Predominanţa gametofitului haploid faţă de sporofitul diploid, este un caracter plesiomorf în raport cu formele la care predomină sporofitul diploid – un caracter apomorf. Meioza poate fi zigotică la formele haplobionte sau gametică la speciile diplonte. Meiosporii se formează totdeauna în sporociste uniloculare, iar gameţii în gametangii pluriloculare.

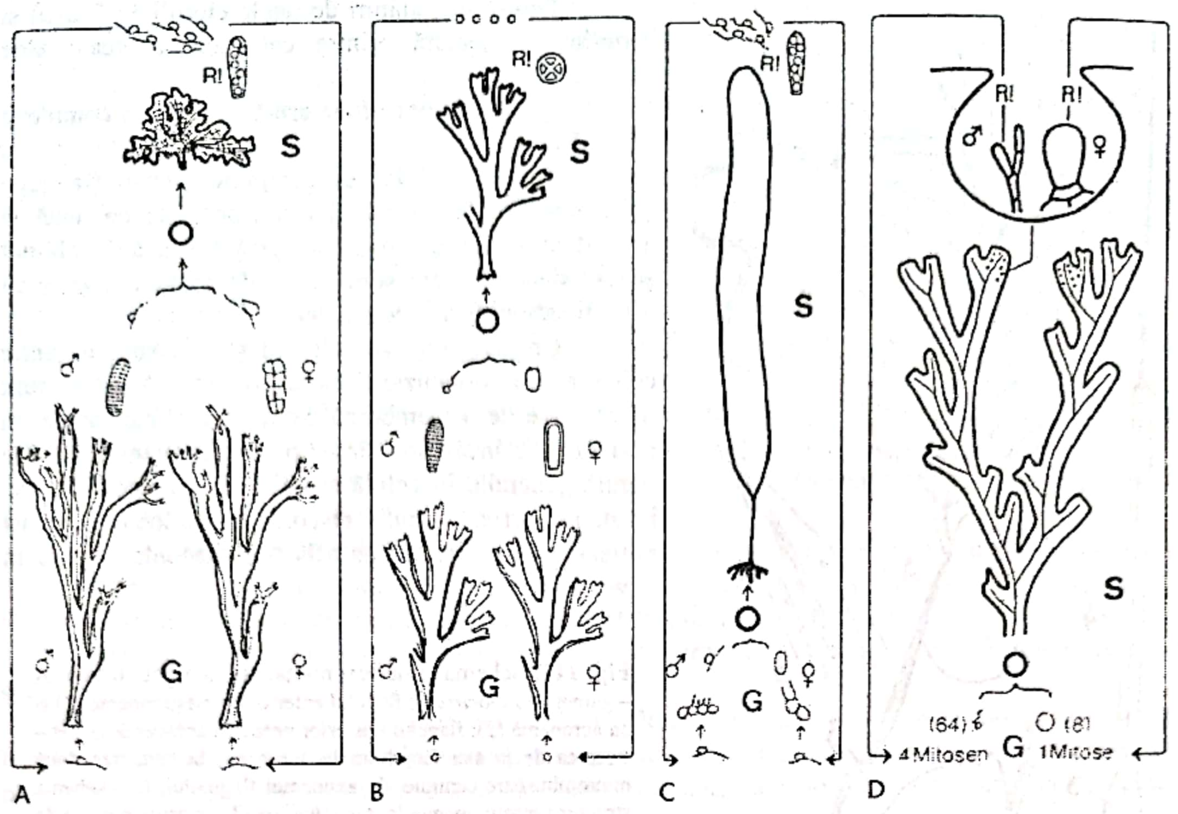


Fig. 115. Alternanţa de generaţii la algele brune: A – *Cutleria multifida* – digenetic heteromorf Gn dominant; B – *Dictyota dichotoma* – digenetic izomorf; C – *Laminaria saccharina* – digenetic heteromorf, S_{2n} dominant; D – *Fucus vesiculosus* – monogenetic diplontic (după Harder)

Gametofit ♂ → microgametangii→microgameţi ♂ **F**
Gametofit ♀ → megagametangii → megagameţi♀
zigot→sporofit→sporocişti **R!**
meiozoosporiǂ♂→gametofit♂
meiospori ♀ → gametofit ♀
GAMETOFIT G_n
SPOROFIT S_{2n}
GAMETOFIT G_n

Sistematica. Clasa *Phaeophyceae* cuprinde până la 11 ordine dintre care se vor prezenta numai cinci. Criteriile în clasificare sunt: tipul de alternanţă de generaţii împreună cu tipul de proces sexuat: izogamie morfologică → anizogamie fiziologică → anizogamie → oogamie.

Se vor studia ordinele: *Ectocarpales, Cutleriales, Dictyotales, Laminariales* şi *Fucales*.

5.1. Ordinul *ECTOCARPALES*

La acest ordin aparţin cele mai primitive alge brune, mai ales în ce priveşte procesul sexuat.

Genul ***Ectocarpus*** (fig. 116) cu numeroasele lui specii, larg răspândite în regiunile de suprafaţă ale mărilor, mai ales cele reci. Speciile cresc fixate pe stânci sau pe alte alge bentonice mai mari. Talul (atât G_n cât şi S_{2n}) este heterotrich, cu creştere intercalară. Are culoare brună şi prezintă două feluri de filamente: *prostrate*, de pe care pornesc filamente verticale, care se termină cu perişori pluricelulari incolori.

Ciclul ontogenetic cuprinde o alternanţă de generaţii izomorfe (sau slab heteromorfe).

Gametofitul (G_n) este reprezentat printr-un tal filamentos, stufos ramificat. La capătul filamentelor se formează gametangii pluriloculare, în care nu toate celulele se transformă în gameţi. Pentru eliberarea gameţilor, pereţii interni ai gametangilor se lichefiază. Deşi gameţii sunt asemănători ca formă şi dimensiuni (izogamie morfologică), la multe specii de *Ectocarpus* se manifestă o anizogamie fiziologică. Aceasta înseamnă că gameţii se comportă diferit: unii femeli (-) şi unii masculi (+). Gameţii femeli la scurt timp după eliberarea din gametangii, în timp ce sunt înconjuraţi de gameţii masculi (ademeniţi chemotactic prin substanţa ectocarpen) îşi leapădă flagelii şi devin imobili. Astfel, gameţii masculi, cu acronema flagelului anterior, se fixează de gameţii femeli, deveniţi imobili şi astfel are loc fertilizarea (copularea acestora). Se formează zigotul diploid.

Sporofitul (S_{2n}). Zigotul, fără stadiul de repaus (acesta se instalează numai la algele de apă dulce, mediu mult mai variabil prin parametrii fizico-chimici decât apa sărată), se divide mitotic de mai multe ori și dă naștere la un sporofit diploid, adesea mai viguros și mai puțin ramificat decât gametofitul. Pe sporofit se formează sporociste uniloculare de formă ovoidală. În acestea, după meioză, iau naștere tetrade de numeroși meiozoospori haploizi. Prin germinație, din meiozoospori se formează o nouă generație de gametofiți.

Ciclul de viață cuprinde, deci, o alternanță de generații izomorfe heterofazice (haploide și diploide). Acest ciclu tip, uneori, se complică prin unele devieri de la regulă: sexualitatea nu este clar fixată, generațiile nu sunt totdeauna legate de o anumită fază a nucleului, uneori nu are loc fertilizarea și gameții se dezvoltă partenogenetic.

Față de *Ectocarpus*, la genul ***Pylaiella*** rezervoarele de celule germinative nu se mai formează terminal, ci intercalar pe porțiuni de filamente. La speciile epifitice de *Ectocarpus* și *Pylaiella*, gametofiții și sporofiții nu se formează pe aceeași plantă suport ci pe plante diferite. De exemplu, la *Pylaiella littoralis*, gametofitul se formează pe *Ascophyllum*, iar sporofitul pe *Fucus* (ambele alge brune-suport).

Alte genuri: ***Bachelotia, Giffordia, Asperococcus, Nematocystus*** ș.a.

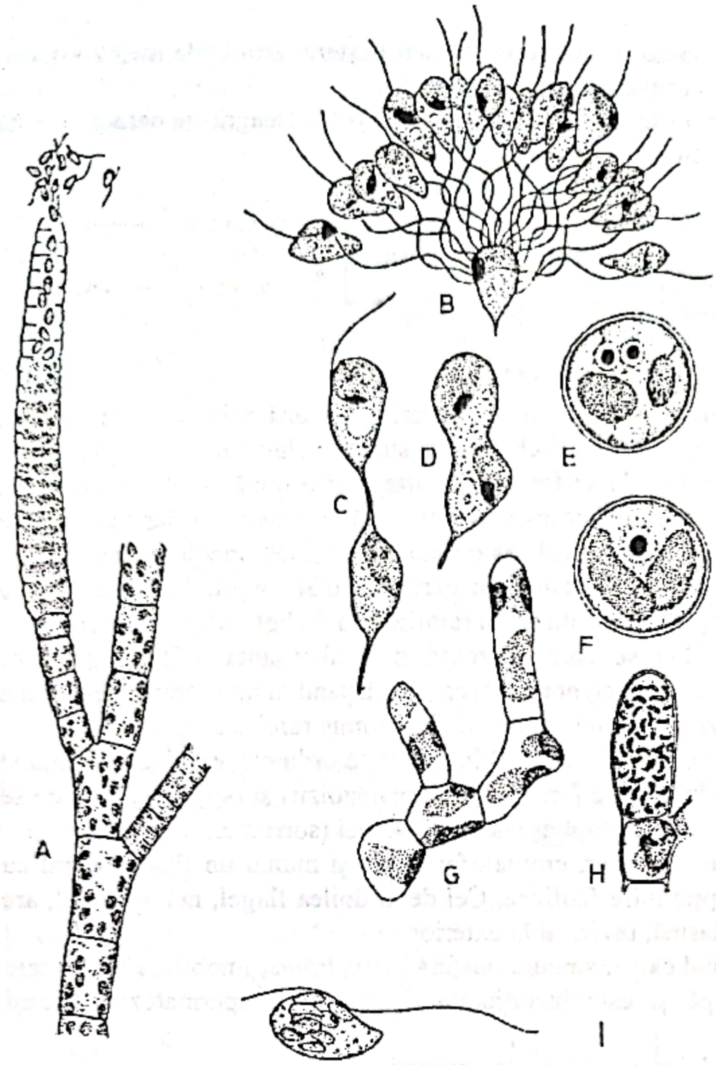


Fig. 116. *Pheophyceae*, *Ectocarpales*: A-D – *Ectocarpus siliculosus*: A – ramificații de tal al gametofitului cu spermatogoniu plurilocular; B-D – fertilizare; E-F – *Asperoccocus bullosus*, zigot și contopirea de nuclei; G – *Nemacystus divaricatus* – primele stadii de dezvoltare; H – *Ectocarpus lucifugus*, microsporocist unilocular pe sporofit diploid; I – *Ectocarpus globifer*: zoospor cu 2 flageli inegali, cili vibratili nedesenați (A- după Thuret; B- după Berthold; E, F- după Kylin; G- după Hygen; H, I- după Kuckuck, din Strasburger, 1999)

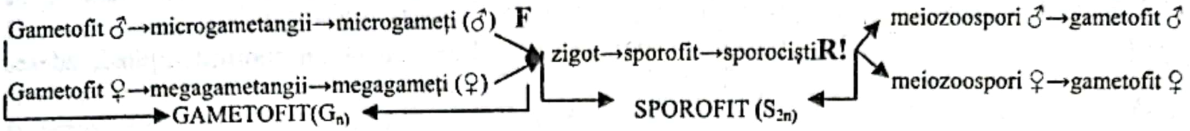
5.2. Ordinul *CUTLERIALES*

Caracterul de superioritate, față de *Ectocarpales*, se referă la alternanța de generații heteromorfe cu predominarea gametofitului (G_n) și procesul sexuat – o anizogamie tipică.

Genul ***Cutleria*** cuprinde mai multe specii răspândite pe toate țărmurile Europei. La *C. multifida* (fig. 115-A), o algă brună răspândită pe țărmurile mărilor europene mai calde, gametofitul are circa 40 cm lungime și trăiește aproape de suprafața mării. Talul are aspect de panglică despicată la capete (ramificare dichotomică). Gametofiții sunt masculini și feminini și, deci, pe ei se formează microgametangii și, respectiv, megagametangii. În aceștia se formează microgameți, mai mici, flagelați și, respectiv, megagameții, mai mari, de asemenea flagelați. Gameții masculini sunt ademeniți chemotactic prin substanța multifiden, de către gameții femeli și astfel, are loc fertilizarea (copularea). Procesul sexuat este, deci, o anizogamie tipică, în urma căreia se formează zigotul diploid.

Din zigot ia naștere, în urma mitozelor succesive, un sporofit, total deosebit ca formă și dimensiuni față de gametofit: mai mic, plat, lobat (ca o palmă) și fixat ca o crustă pe stânci sau scoicile din apă, la adâncimea de 8-10 m. Mult timp, aceste cruste au fost considerate un gen de sine stătător cu numele de ***Aglaozonia***. Ulterior s-a constatat că *Aglaozonia*, care reprezintă sporofitul de la *Cutleria*, se înmulțește numai pe cale asexuată. Pe partea inferioară a talului parenchimatic se formează sori (grămezi de sporociste uniloculare). După meioză, în sporociste iau naştere tetrade de meiozoospori, care, prin diviziuni mitotice formează o nouă generaţie de gametofiţi.

Genul ***Zanardinia***, cu specii care trăiesc în Marea Mediterană şi M. Neagră, se caracterizează prin anizogamie dar cu alternanţă de generaţii izomorfe.


Gametofit ♂→microgametangii→microgameţi (♂)
F
Gametofit ♀→megagametangii→megagameţi (♀)
zigot→sporofit→sporociştiR!
meiozoospori ♂→gametofit ♂
meiozoospori ♀→gametofit ♀
GAMETOFIT(G$_n$)
SPOROFIT (S$_{2n}$)

5.3. Ordinul *DICTYOTALES*

Talurile dictiotalelor au dimensiunea unei mâini şi se caracterizează prin creştere apicală, printr-o celulă mare, bifacială. Vârfurile se ramifică dichotomic, succesiv într-un singur plan. Prin diviziuni repetate ale acestei celule iniţiale apicale se formează către vârf o nouă celulă apicală şi la bază o celulă segment. Aceasta din urmă se divide succesiv şi formează un masiv celular, din care se diferenţiază celule periferice, cu cromatofori cu rol asimilator şi celule incolore, cu rol în înmagazinarea substanţelor de rezervă. Din când în când, un perete celular longitudinal subîmparte celula iniţială în două celule fiice apicale, care duc continuu la ramificarea dichotomică a talului.

Ciclul ontogenetic (fig. 115-B; 117) se caracterizează prin alternanţa a două generaţii izomorfe. Ca reprezentant al ordinului este alga ***Dictyota dichotoma***, răspândită pe ţărmurile europene ale Oc. Atlantic. Talul este diferenţiat în rizoizi, cauloid şi filoid dichotomic ramificat.

Gametofitul. Reproducerea sexuată este mai evoluată în raport cu ordinele anterioare şi anume o oogamie. Spermatogoniile pluriloculare (în care se formează spermatozoizii) şi oogoniile (în care se formează o oosferă) se dezvoltă pe taluri diferite şi sunt aşezate în grămezi (sori).

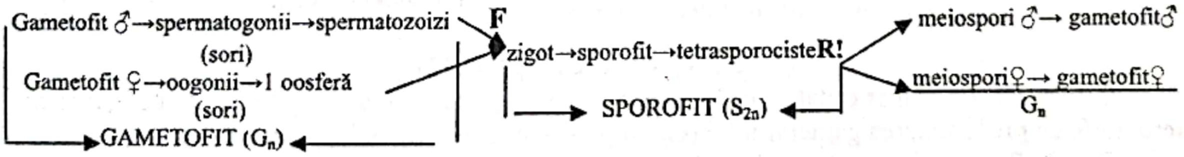
Spermatozoizii sunt în formă de pară, au un cromatofor redus şi numai un flagel lateral cu mastigoneme, reprezentând, astfel, o excepţie între feoficee. Cel de al doilea flagel, nefuncţional, are aspectul unui ciot minuscul, situat în citoplasmă, invizibil la exterior.

Oogoniile sunt uniloculare şi cuprind câte o singură oosferă mare, brună, imobilă. La maturare oosfera este eliberată din oogoniu în apă şi este înconjurată de numeroşi spermatozoizi atraşi chemotactic.

Fertilizarea are loc în afara oogonului şi rezultă, astfel, zigotul diploid.

Este interesant de remarcat faptul că gametangiile se dezvoltă numai în lunile de vară, iar eliberarea gameţilor este determinată de ciclurile lunii şi soarelui şi se face numai în două zile ale lunii calendaristice, în prima oră după apariţia luminii (după A. Bresinsky, din Strasburger, 1999).

Sporofitul diploid este asemănător cu gametofitul haploid în conformaţia exterioară. Pe aceasta se formează tetrasporocistele uniloculare, în care, în urma meiozei, iua naştere tetrade de meiospori neflagelaţi. Aceştia germinează imediat şi dau naştere la o nouă generaţie de gametofiţi. Printre tetrasporociste se află nişte peri incolori.


Gametofit ♂→spermatogonii→spermatozoizi
(sori)
Gametofit ♀→oogonii→1 oosferă
(sori)
F
zigot→sporofit→tetrasporocisteR!
meiospori ♂→ gametofit♂
meiospori♀→ gametofit♀
G$_n$
GAMETOFIT (G$_n$)
SPOROFIT (S$_{2n}$)

Genul ***Padina*** (fig. 118) are talul în formă caracteristică de evantai, care creşte printr-un meristem marginal. Se află în mări mai calde (inclusiv în M. Neagră).

La genul ***Dictyopteris*** talul creşte terminal printr-o grupă de celule iniţiale.

Alte genuri: ***Spatoglossum, Zonaria, Taonix*** ş.a.

5.4. Ordinul *LAMINARIALES*

Caracterele de superioritate ale lor se raferă la alternanţă de generaţii profund heterotrofe cu promovarea permanentă a sporofitului diploid (fig. 115-C; 119). Sporofiţii lor sunt foarte diferenţiaţi morfologic şi histologic faţă de gametofiţi, care sunt pluricelulari dar mici, microscopici.

Gametofiţii ♂ şi ♀ se deosebesc evident în construcţia lor şi arată chiar caractere sexuale secundare.

Gametofiții ♂ sunt relativ puternic ramificați, cu creștere rapidă, bogați în celule, dar acestea sunt mici. În vârfurile ramificațiilor se formează spermatogonii unicelulare, în care se diferențiază un singur spermatozoid biflagelat.

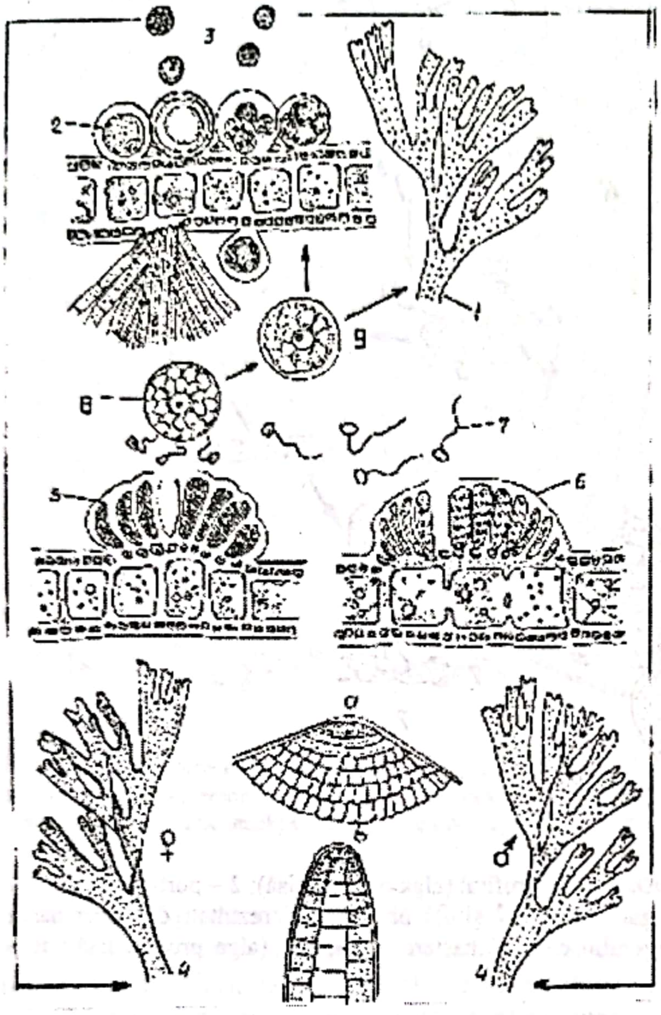


Fig. 117. *Dictyota dichotoma* – ciclul de dezvoltare: pe sporofit (1) se dezvoltă sporociști uniloculari – tetrasporangi (2) în care în urma meiozei se formează tetraspori haploizi (3); tetrasporii prin germinare dau naștere la gametofiți masculi cu spermatogonii (6) grupate în sori; spermatozoizii monoflagelați (7) fertilizează oosfera (8) și rezultă zigotul (9) care prin germinare dă naștere la sporofitul diploid (1); creșterea zigotului și gametofiților este apicală; a – vârful talului; b – în secțiune longitudinală (după Sizova, din Gorlenko)

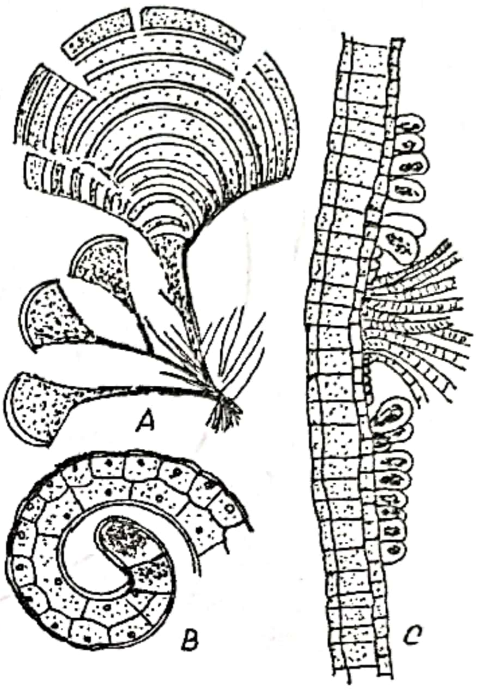


Fig. 118. *Padina pavonia*: 1 – aspectul exterior al talului; B – secțiune prin vârful talului unde se observă celula apicală; C – secțiunea talului cu sori de sporociști (după Sizova, din Gorlenko)

Gametofiții ♀ sunt mai slab ramificați, au creștere înceată, sunt mai săraci în celule, dar acestea sunt mai mari. În vârfurile ramurilor se află o singură celulă în formă de tub, din care se formează un oogoniu cu o singură oosferă. La maturare oosfera părăsește oogoniul printr-un orificiu situat în vârful acestuia și plutește în apă. Spermatozoidul înoată spre oosferă ademenit chemotactic, are loc contopirea și formarea zigotului.

Deci, și la laminariale (ca și la dictiotale) fertilizarea are loc în afara oogonului, ceea ce reprezintă caracter de prmitivitate, în raport cu plantele terestre inferioare (briofite, pteridofite). Zigotul format intră imediat în diviziune și formează sporofitul dilpoid.

Sporofiții sunt macroscopici, înalt diferențiați, vizibili cu ochiul liber. Pe suprafața acestora se formează depozite întinse de sporociste unicelulare în formă de măciucă. Între sporociste se află celule alungite, tubulare, sterile, nimite parafize. În sporociste, în urma meiozei și a determinării genotipice simultane, se formează numeroși zoospori biflagelați (+ și -). Din aceștia iau naștere, prin diviziuni mitotice, gametofiții (+ și -).

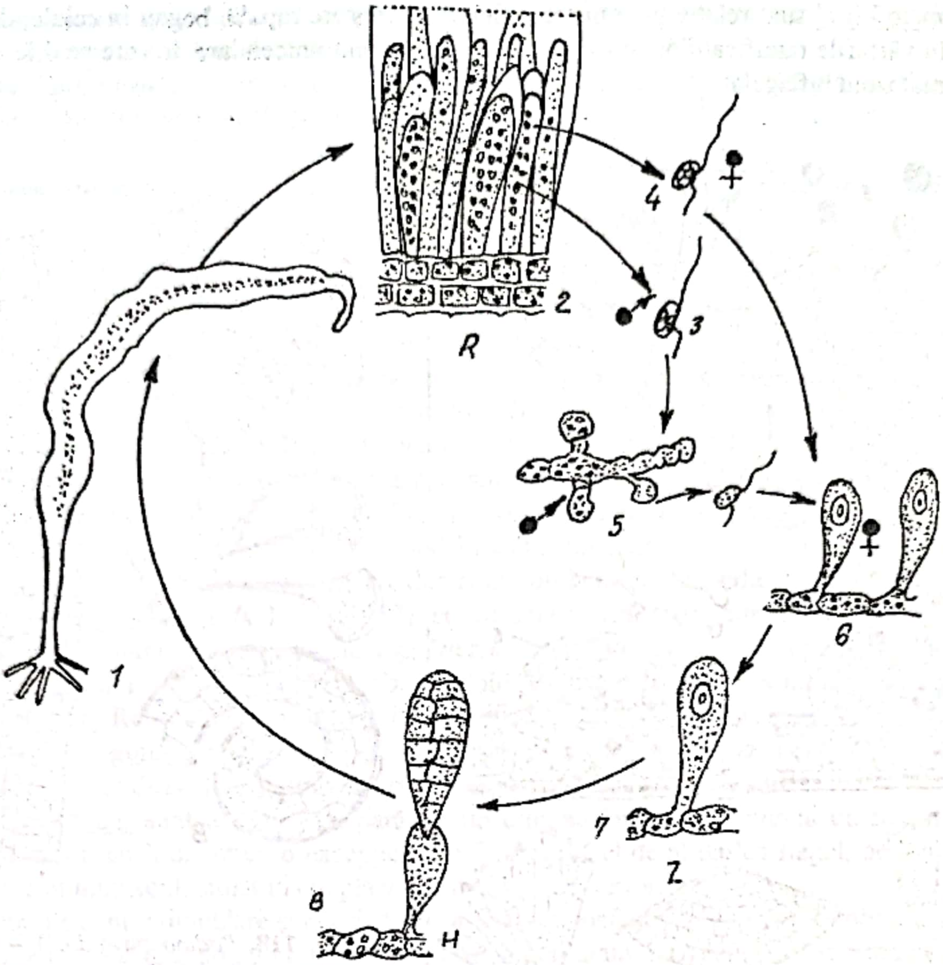
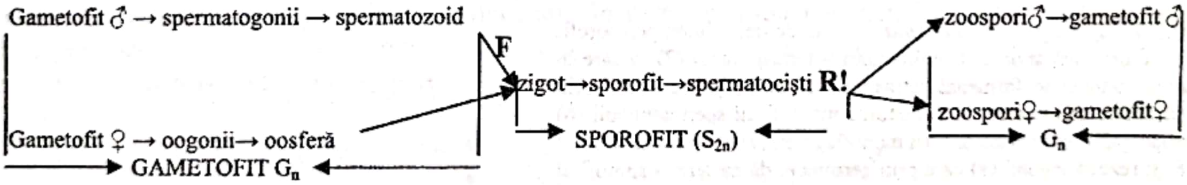

4
♀
2
R
3
5
♀
6
1
7
Z
8
H

Fig. 119. Ciclul de dezvoltare la *Laminaria saccharina*: 1 – sporofitul (alga propriu-zisă); 2 – porţiunea de tal cu sporociste în care se formează zoosporii (3, 4); gametofiţii (♂ şi ♀) pluricelulari rezultaţi din germinarea zoosporilor (5, 6); zigotul (7); 8 – germinarea zigotului care dă naştere la sporofit (alga propriu-zisă); R – meioza (după Soó)


Gametofit ♂ → spermatogonii → spermatozoid
F
zigot→sporofit→spermatocişti R!
zoospori♂→gametofit ♂
zoospori♀→gametofit♀
Gametofit ♀ → oogonii→ oosferă
SPOROFIT (S2n)
Gn
GAMETOFIT Gn

Reprezentanţi

Genul ***Laminaria*** include mai multe specii răspândite pe coastele Atlanticului de Nord. Sporofiţii lor ajung până la 5 m lungime şi formează, sub limita mareelor joase, întinse pajişti subacvatice.

Diferenţierea morfologică a sporofiţilor este pregnantă. Aceştia prezintă o axă centrală ce imită tulpina şi poartă numele de cauloid, fixat la bază printr-un fel de gheară numită rizoid. Un lob al talului este lăţit în formă de frunză şi se numeşte filoid. Acest filoid se reînnoieşte în fiecare an. Spre sfârşitul iernii, o zonă de creştere intercalară, aflată la baza filoidului, produce o nouă „frunză'', care înlocuieşte pe cea veche, care moare treptat şi cade. *L. saccharina* (fig. 120-A) prezintă un filoid simplu, iar la *L. digitata* filoidul este digitat ramificat. La *L. hyperborea* (fig. 120-B) sporofiţii pot atinge vârsta de 10-20 de ani.

Diferenţiera histologică a cauloidului de Laminaria este, de asemenea, remarcabilă. La exterior, este vizibil, la microscop, un ţesut de închidere numit meristoderm. Celulele sale se divid în trei direcţii (ca la ţesuturile cormofitelor) prin pereţi tangenţiali, radiari şi orizontali şi asigură, astfel, creşterea în grosime a cauloidului. Au fost puse în evidenţă, în cauloizii mai vârstnici, adevărate inele anuale de creştere. Celulele cortexului (scoarţei) îşi măresc treptat dimensiunile către interior. În cortex se diferențiază, către exterior, celule asimilatoare, mai mici și cu cromatofori, dar și celule cu rol mecanic (de susținere).

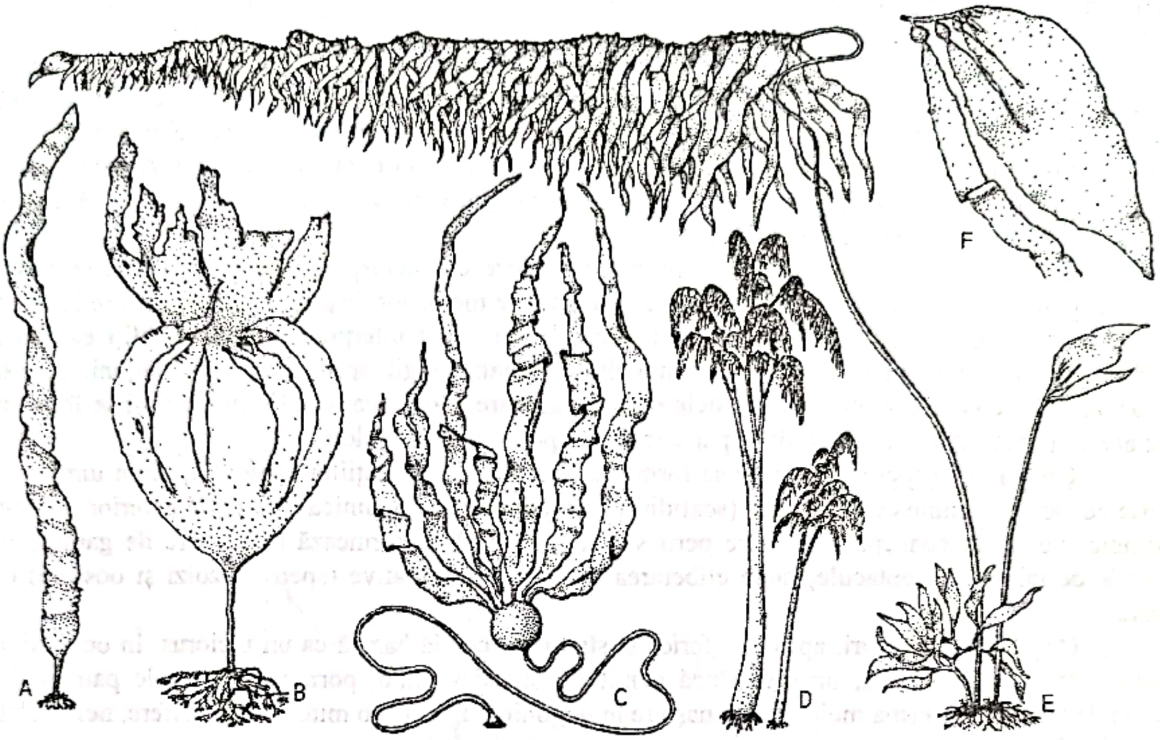


Fig. 120. *Phaeophyceae*: *Laminariales*: A – *Laminaria saccharina*; B – *Laminaria hyperborea* (sus cu rest de tal din anul anterior); C – *Nereocystis luetkeana*; D – *Lessonia flavicans*; E – *Macrocystis pyrifera*; F – același, vârf de tal (A- după Mägdefrau; B- după Schenck; C- după Postels & Ruprecht; D-F- după J.D. Hooker, din Strasburger, 1999).

Medula (măduva) este alcătuită din celule cu rol conducător dar și de înmagazinare a substanțelor de rezervă. Conducerea substanțelor de rezervă se realizează prin niște celule alungite (așa numitele hife), la care pereții transversali sunt umflați în felul trompetei. La alte genuri (*Macrocystis*, *Nereocystis*) acești pereți sunt străpunși și funcționează analog cu tuburile ciuruite de la cormofite.

Macrocystis pyrifera (fig. 120-E) are sporofiți lungi până la 50 m și este răspândită în Oc. Pacific și în mările reci ale emisferei sudice. Talul este fixat printr-un rizoid în formă de gheară, la o adâncime între 2-25 m. Pe cauloid se află lobi de tal, lungi, care atârnă în jos și reprezintă filoizii, care ajung însă până la suprafața apei. La baza filoizilor se află câte o veziculă plutitoare, mare, plină cu aer și care joacă rol în menținerea algei spre suprafața apei mării.

Speciile de ***Lessonia*** (fig. 120-D) au un habitus asemănător palmierului și cresc în regiunea antarctică, mai ales a Oc. Pacific. Atinge lungimea de până la 5 m.

La ***Nereocystis*** (fig. 120-C), algă brună întâlnită pe coasta Pacificului, din California până în Alaska, o porțiune de tal de forma unui cablu, lung de circa 25 m, poartă o veziculă plutitoare cu concentrație mare de CO (monoxid de carbon). Pe aceasta stă un buchet de filoizi, care pot atinge 5 m lungime.

Cordafilum (Struna mări) are sporofitul asemănător unui șnur de mai mulți metri lungime.

Alaria se caracterizează prin faptul că prezintă un filoid terminal, iar lateral alți filoizi mai mici.

Alte genuri: ***Agarum*, *Chorda*, *Undaria*, *Saccorhiza***.

5.5. Ordinul *FUCALES*

Fucalele, datorită reducerii extreme a gametofitului, sunt considerate diplonți curați.

Reproducerea sexuată (fig. 121) este o oogamie, iar schimbarea fazei nucleului are loc la formarea gameților (meioză gametică), care sunt singurele celule haploide din ciclul ontogenetic.

Acestea, însă, nu formează o generație. Alga propriuzisă este reprezentată prin sporofitul diploid, un corp vegetativ cu lungimea de peste 1 m, diferențiat în rizoid, cauloid și filoid.

La speciile de *Fucus*, filoidul are formă de panglică ramificată dichotomic la vârful său. Acesta este rigidizat printr-un fel de nervură mediană.

La alte genuri talul are simetrie radiară (***Sargassum, Cystoseira, Ascophyllum***).

Genul ***Fucus*** încadrează mai multe specii răspândite în zona litorală a unor mări nordice. Talul, care reprezintă sporofitul diploid, este diferențiat în rizoid (ca un crampon cu care se fixează pe substraturi solide), cauloid cilindric și filoid, ca o panglică succesiv dichotomic ramificată. La locurile de ramificare ale filoidului se află vezicule pline cu aer, care sunt denumite plutitori. Aceste vezicule conferă talului multor specii, în mod obișnuit flasc, o poziție verticală în apă, permițându-i să oscileze spre suprafața apei și să nu cadă la fund, târât de valuri.

Pe ramificațiile filoidului se formează rezervoare cu meiosporociste, diferențiate sexual. În aceste sporociste unicelulare, în urma meiozei, iau naștere meiospori haploizi. Meiosporii, în interiorul acestor rezervoare, prin mitoze dau naștere la celule care sunt interpretate ca gametofiți extrem de reduși, care nu mai au nici o autonomie și trec direct în gametangii: spermatogonii și oogonii. Acestea apar integrate complet în meiosporocistele corespunzătoare. De aceea, gametangiile, deși se formează pe acești gametofiți extrem de reduși, par a se forma pe sporofitul diploid.

Oogoniile și spermatogoniile se formează în vârful ramificațiilor filoidului, puțin umflate, în niște adâncituri numite conceptacule (scafidii) piriforme și care comunică cu mediul exterior printr-un orificiu îngust. În conceptacule, între perii sterili (parafize) se formează rezervoare de gametangii. Părțile de tal cu conceptacule, după eliberarea celulelor germinative (spermatozoizi și oosfere) cad anual.

Oogoniile sunt mari, aproape sferice și stau pe o celulă bazală ca un piciorus. În oogonii, de fiecare dată, după meioză, urmează încă o mitoză. În acest mod, pornind de la cele patru celule haploide rezultate în urma meiozei, iau naștere în oogonii, după încă o mitoză, opt oosfere, neflagelate, imobile (fig. 121-3c).

Spermatogoniile au formă de celule ovale și stau îngrămădite pe filamene scurte, bogat ramificate. În spermatogonii, după meioză, urmează patru mitoze suplimentare, încât în final rezultă 64 spermatozoizi (fig. 121. 2b, 2c).

Speciile de *Fucus* pot fi monoice (cu oogoniile și spermatogoniile în același conceptacul) sau dioice (cu oogoniile și spermatogoniile în conceptacule diferite) ca la *F. serratus* și *F. vesiculosus*.

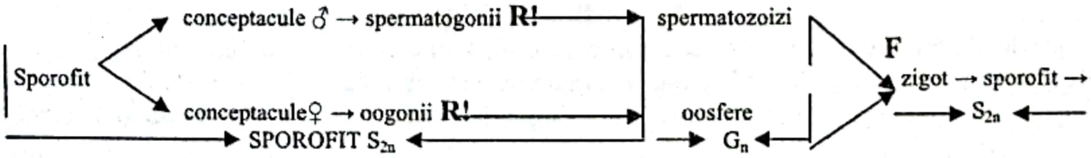
Gameții părăsesc gametangiile la maturare. Peretele oogoniilor este alcătuit din trei straturi. La maturare crapă numai peretele exterior, iar cele opt oosfere rămân înfășurate în cei doi pereți interiori. Mai târziu se sparg și cei doi pereți interiori, oosferele se despart unele de altele și plutesc libere în apa de mare. Peretele spermatogoniilor se compune din două straturi. Dispare la inceput cel extern, dar se menține cel intern, care închide cei 64 spermatozoizi. La maturarea deplină a gameților, prin secreția de mucilagii, se lichefiază și peretele intern al spermatogoniului, iar spermatozoizii sunt aruncați în apă.

Oosferele prin secreția unei substanțe numită fucoserraten, ademenesc chemotactic spermatozoizii, care le înconjoară.

Spermatozoizii sunt înconjurați de o membrană subțire, prezintă un nucleu, puțină citoplasmă, un cromatofor redimentar pe care este așezată pata-ochi. Ei sunt prevăzuți cu doi flageli inegali, dar spre deosebire de majoritatea feoficeelor, flagelul anterior cu mastigoneme este mai scurt decât cel posterior.

După fertilizare, care se desfășoară în apă, în afara oogoniilor, se formează zigotul diploid. Acesta se înconjoară cu un perete de celuloză, se fixează pe substrat și începe imediat să se dividă, dând naștere la un sporofit diploid.

Ciclul ontogenetic (fig. 115-D; 121). Fucalele reprezintă veriga de capăt a unui șir de evoluție în cadrul feoficeelor, la care a avut loc reducerea extremă a gametofitului haploid și dezvoltarea pregnantă a sporofitului diploid, reprezentat prin alga propriu-zisă. Meiosporii haploizi, formați pe sporofit, prin mitoze dau naștere la celule interpretate ca gametofiți extrem de reduși, care trec direct în gametangii, în care se formează gameții.



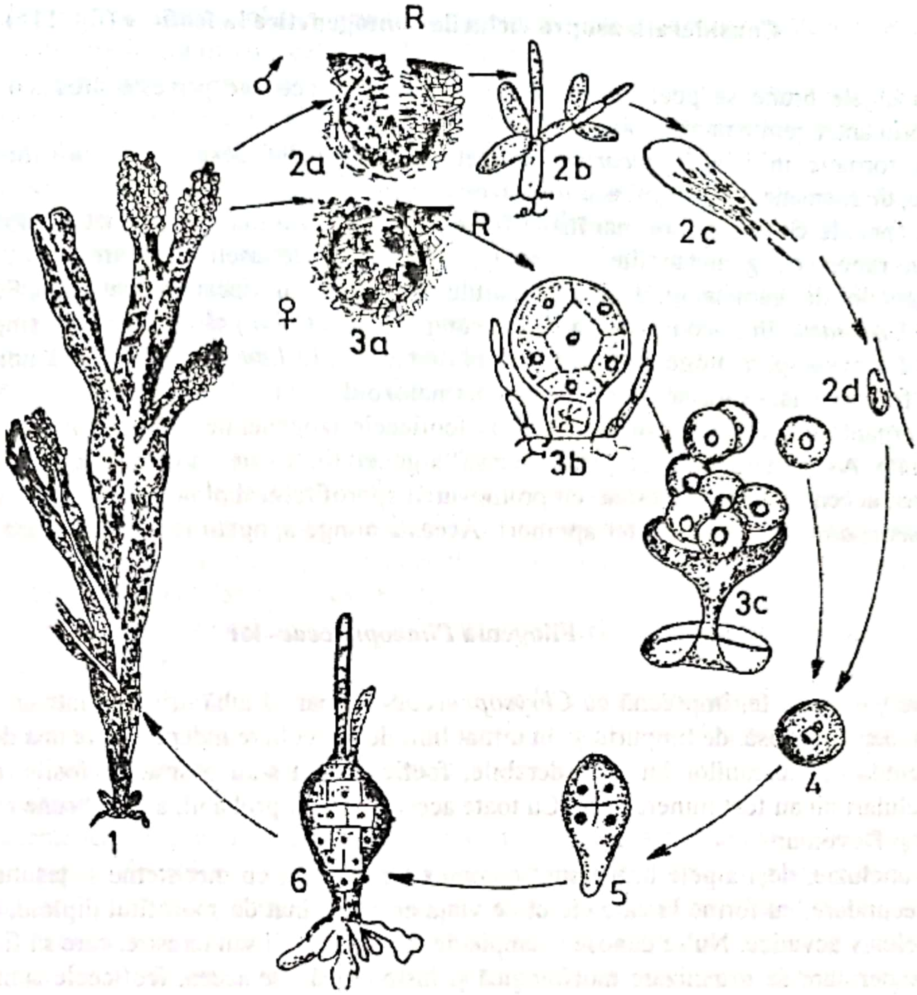


Fig. 121. Ciclul de dezvoltare la *Fucus vesiculosus*: 1 – sporofit (talul algei); 2a, 3a – spermatogoniile şi oogoniile cu parafize în acelaşi conceptacul; 2b, 2c – spermatogoniile eliberează spermatozoizii; 3b – oogoniu în care conţinutul se divide în 8 celule din care rezultă 8 oosfere; 3c – ruperea peretelui oogoniului şi eliberarea în apă a celor opt oosfere; 2d – spermatozoid; 4 – zigotul rezultat din contopirea spermatozoidului cu oosfera; 5-6 – germinarea zigotului şi formarea talului diploid al algei (sporofitul); R –meioza (după Soó)

Deci, fucalele sunt diplobionţi curaţi, la care alga prpopriu-zisă, diferenţiată în rizoid, cauloid şi filoid, reprezintă sporofitul diploid, iar gameţii reprezintă singurele celule haploide (meioza gametică), ca la animale şi om.

Genul *Fucus* (2n = 32) include *F. serratus* (fig. 122-E), la care filoizii au marginea dinţată şi *F. vesiculosus* (fig. 122-D), cu filoizi întregi şi vezicule plutitoare, rotunde, pline cu aer.

Speciile de *Fucus* formează, în mările reci nord-europene, adevărate pajişti subacvatice, expuse uscăciunii prin flux şi reflux. Datorită mucilagiilor secretate (aşa numitul fucoidin) , rezistă la uscăciune în timpul refluxului şi rămân viabile, cu păstrarea capacităţii fotosintetice.

Ascophyllum nodosum (fig. 122-C) prezintă, de asemenea, vezicule pline cu aer (plutitori) cu rol în plutire.

Genul ***Cystoseira*** este foarte răspândit în Marea Neagră. Are talul mare până la câţiva metri, ramificat monopodial şi cu numeroase vezicule pline cu aer.

Genul ***Sargassum*** (fig. 122-A) cu 250 specii răspândite în mările mai calde. Talul, la unele specii, pluteşte liber cu ajutorul veziculelor de plutire aşezate în buchete. Formează Marea Sargasselor în Oc. Atlantic. Marea Sargasselor se întinde pe circa 5.000 km de la vest la est şi 2.000 km de la nord la sud. Aici apa are cea mai mare salinitate, din care cauză locul este căutat şi de peştele *Anquilla anquilla*, pentru a-şi depune icrele. Alga *Sargassum* se înmulţeşte în această zonă exclusiv pe cale vegetativă, prin fragmentarea talului.

Himanthalia (fig. 122-B) prezintă un tal alcătuit dintr-o bază în formă de con, din care pornesc una până la mai multe porţiuni, de forma unor curele bifurcate la vârf.

Alte genuri: ***Halidrys, Pelvetia, Coccophora*** şi ***Durvillea***.

Considerații asupra ciclurilor ontogenetice la feoficee (fig. 115)

La algele brune se poate urmări o progresiune în ceea ce privește procesul sexuat de la izogamie prin anizogamie până la oogamie.

La formele inițiale (*Ectocarpus*) gametangiile ambelor sexe sunt pluricelulare și la fel conformate, de asemenea și gameții acestora (izogameți).

La speciile cu organizare mai înaltă (*Cutleria*) are loc o mărire a gametangiilor și gameților feminini în raport cu gametangiile și gameții masculini. De asemenea, are loc o micșorare a compartimentelor din gametangii dar și a numărului de gameți din fiecare gametangiu. Se ajunge ca la *Dictyota* și *Laminaria*, în oogoniul cu un singur compartiment (locul) să se formeze o singură oosferă.

La *Dictyota* spermatogoniile sunt încă pluricelulare, la *Laminaria* sunt însă unicelulare și în acestea, de fiecare dată, se formează numai un spermatozoid.

Alternanța de generații este izomorfă la feoficeele izogenerate sau heteromorfă la feoficeele heterogenerate. Asemănarea morfologică (externă) a generațiilor este un carcacter plesiomorf în timp ce deosebirea accentuată între acestea, cu promovarea sporofitului diploid, care începe să se schițeze deja la *Ectocarpales*, este un caracter apomorf. Aceasta atinge apogeul la *Fucales*, care sunt diplonți curați.

Filogenia *Phaeophyceae*- lor

Phaeophyceae- le, împreună cu *Chrysophyceae*- le, par să aibă originea într-un centru inițial comun. S-au depărtat, însă, de timpuriu și au urmat linii de dezvoltare independente una de alta.

În ciuda dimensiunilor lor considerabile, foeficeele nu s-au păstrat ca fosile, din cauză că pereții lor celulari nu au fost mineralizați. Cu toate acestea, foarte probabil, algele brune au existat încă din Silurian și Devonian.

În concluzie, deși algele brune sunt complex structurate, cu meristeme și țesuturi definitive, primare și secundare, cu forme la care ciclul de viață este dominat de sporofitul diploid, ele au rămas ca forme exclusiv acvatice. Nu se cunosc exemple de forme amfibii sau terestre, care să fi putut evolua spre trepte superioare de organizare morfologică și histologică. De aceea, feoficeele sunt interpretate ca o linie filogenetică închisă.

Utilizări ale algelor brune

Algele brune pot acumula în celulele lor iodul (până la 0, 3% din greutatea lor umedă), în timp ce în apă mării acesta se află în cantități infime (0, 000005 %). S-a avansat chiar ipoteza că aceste alge pot realiza transmutația elementelor chimice, adică transformarea unor elemente în iod, pe care apoi îl acumulează în celulele lor. Din cenușa unor alge brune (Varek, Kelp) se extrăgea iodul până prin anii 1930.

Algele brune furnizează și alginați, care datorită proprietăților lor coloidale, sunt utilizați în industria textilă, alimentară, fotografică sau cosmetică. În anul 1964 producția mondială de alginați a fost de 14.000 t și au fost folosiți la fabricarea înghețatei alimentare, a budincii, în alifii, pastă de dinți, diete pentru slăbire, sirop pentru tuse, capsule pentru medicamente, clei, vopseluri, lac pentru parchet, ceramică, hârtie etc. De asemenea, din algele brune se poate extrage soda și un polizaharid numit manitol. Chinezii consumă unele alge brune sub denumirea de „kobu''. Alga brună *Sargassum*, care formează Mările de Sargassum, între Ins. Azore și Bahamas, este utilizată în America de sud ca remediu în afecțiuni renale și tratarea gușei.

RRIVIRE RETROSPERCTIVĂ ASUPRA Încrengăturii *HETEROKONTOPHYTA*

În conformația lor exterioară, Heterokontophytele prezintă întreaga diversitate a treptelor de organizare întâlnite la algele eucariote. Sub acest aspect, încrengătura pare destul de eterogenă. Pe de altă parte, prin unele caractere „conservative'' comune, foarte stabile, care n-au fost supuse selecției naturale, se pot evidenția legături de rudenie neîndoielnică între ele.

Aceste caractere se referă la: ultrastructura celulelor prevăzute cu flageli inegali (heterokonți), a cromatoforilor cu tilacoide, a compoziției clorofilei, a pigmenților accesorii și a substanțelor de rezervă. Toate aceste însușiri, pot caracteriza destul de bine *Heterokontophyta* ca o grupă de alge unitară din punct de vedere istorico-evolutiv.

Algele brune cele mai evoluate, prin talul lor parenchimatic, aparţin (alături de *Rhodophyta*) la grupa plantelor de apă sărată marină cele mai dezvoltate.

Prin diferenţierea externă avansată, în părţi care imită organele vegetative ale cormofitelor (rizoid, cauloid, filoid), ca şi prin elementele conducătoare analoage vaselor ciuruite, algele brune prezintă analogii cu plantele vasculare.

Adaptarea corpurilor vegetative la diversitatea extremă a condiţiilor de viaţă externe (radiaţia adaptativă) este un principiu al evoluţiei care s-a realizat independent la grupe de plante foarte diferite. Această adaptare se poate realiza prin două moduri. O singură grupă de înrudire, dezvoltă în moduri diferite, variate forme de adaptare. Ca exemple se pot da diferitele trepte de organizare ale Heterokontophytelor. Este valabilă şi situaţia inversă, când diferite grupe de înrudire, ca adaptare la condiţiile de viaţă asemănătoare pot da naştere, prin convergenţă, la forme de organizare asemănătoare. Ca exemplu se pot da dezvoltări paralele vegetative şi de reproducere la *Heterokontophyta* şi *Chlorophyta*.

La formarea şi modelarea unui perete celular, în interiorul grupei mari a Heterokontophytelor se remarcă frecvent utilizarea acidului silicic. Plăci, carapace sau depuneri de acid silicic sunt frecvente la multe *Heterokontophyta* dar pot lipsi la *Chloromonadophyceae* (cu celula nudă, numai cu plasmalemă şi flageli aparţinând treptei monadale de organizare). La alte alge eucariote, apariţia acidului silicic în peretele celular este o excepţie.

La *Heterookontophyta* celuloza nu s-a impus ca material de construcţie al peretelui celular, cu excepţia Phaeophyceae-lor.

Adaptarea la viaţa de uscat s-a realizat independent la reprezentanţi din mai multe grupe. Pe soluri umede trăiesc diatomee, *Botrydium* (Cl. *Xanthophyceae*) şi alga aeriană *Capitulariella* (Cl. *Xanthophyceae*, ord. *Heterococcales*), la care zoosporocistele în întregime sunt răspândite prin intermediul vântului.

De asemenea, dezvoltarea progresivă spre diplobionţi s-a realizat independent la diferite grupe. Astfel, algele de silice (diatomee) sunt diplonţi, iar cele mai evoluate dintre acestea (ord. *Pennales*) nu mai prezintă gameţi cu flageli. În interiorul *Phaeophyceae*-lor se poate urmări o dezvoltare progresivă spre diplonţi puri. La reprezentanţii cu reproducere sexuată oogamă, celulele germinative femele au devenit oosfere şi se formează numai câte una într-un oogoniu (caracter apomorf).

La încrengăturile care urmează: *Rhodophyta* (Alge rosii) şi *Chlorophyta* (Alge verzi) lipseşte clorofila *c* din cloroplastidele lor.

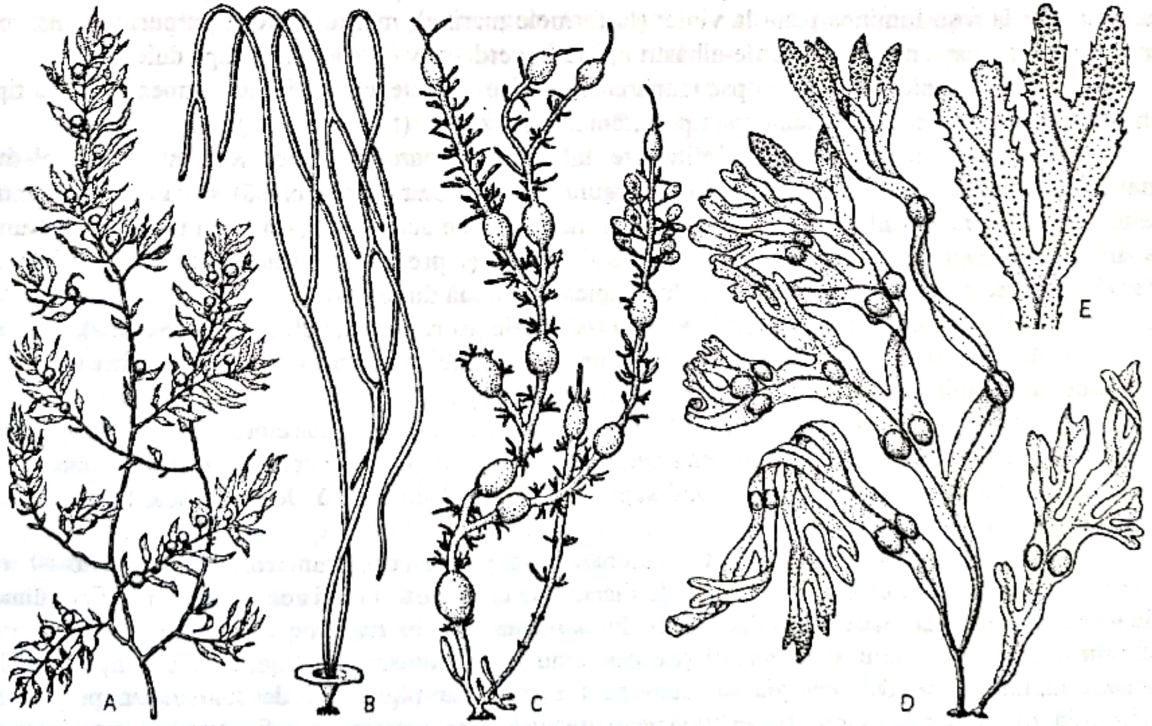


Fig. 122. *Phaeophyceae – Fucales*: A – *Sargassum bacciferum*; B – *Himanthalia lorea*; C – *Ascophyllum nodosum*; D – *Fucus vesiculosus*; E – *Fucus serratus* (cu vârf de tal) (după Mägdefrau, din Strasburger, 1999)

8. Încrengătura *RHODOPHYTA* – Alge roşii
(gr. rhodos-roşu; -phyta)

Rodofitele sunt alge marine pluricelulare mici, sub 1 m lumgime, care aparţin la treapta de organizare trichală, de tal împletit şi pseudoparenchimatic (cu plectenchimuri). Stadiile unicelulare coccale sunt rar întâlnite (la *Bangiophyceae*). Ţesuturile autentice lipsesc.

Algele roşii prezintă trei caracteristici: nu au celule mobile flagelate (ca forme monadale, zoosporii sau spermatozoizii); pigmenţii lor fotosintetici includ ficobiline; reproducerea sexuată este o oogamie, cu oosfere dar şi gameţi bărbăteşti imobili (spermatii).

Răspândirea şi mediile de viaţă

Sunt cunoscute circa 4.000 specii rodofite, ce aparţin la 500 genuri. Se întâlnesc mai ales în zona litorală a mărilor şi oceanelor sudice, cu apă mai caldă. Unele trăiesc în zonele aflate între maree, altele în regiuni mai adânci ale mărilor (până la 180 m sub suprafaţa apei), atunci când apa este destul de limpede pentru ca lumina necesară fotosintezei să pătrundă la aceste adâncimi. Datorită pigmenţilor lor ficobilinici (ficoeritrina şi ficocianina), algele roşii pot utiliza lumina complementară cu lungime de undă scurtă (albastră-verzuie), care predomină la adâncimi mari, în mări şi oceane. Clorofilele absorb mai eficient lumina roşie şi albastră, care nu pătrunde mult sub suprafaţa apei.

Algele roşii şi mai ales pigmentul lor caracteristic – ficoeritrina – nu suportă lumina intensă şi sunt socotite, astfel, alge „de umbră". De aceea, ele cresc la adâncimi mari, sub suprafaţa apei. Totuşi, repartizarea pe verticală, în apă a algelor, se face nu numai după pigmenţii lor ci şi în funcţie de parametrii fizico-chimici ai apei.

O excepţie o reprezintă alga roşie *Polysiphonia sertularicides*, mai slab colorată, care creşte în Marea Mediterană, aproape de suprafaţa apei, în plin soare. La aceasta predomină pigmentul ficocianina, care suportă mai uşor lumina intensă.

Din numărul total, circa 200 specii cresc în ape dulci şi în sol, restul în ape sărate şi salmastre.

Algele roşii sunt alge bentonice, fixate de stânci în zona litorală, cu ajutorul discurilor adezive sau a filamentelor de fixare. Unele specii sunt epifite pe alge mai mari, uneori strict specializate. Puţine dintre ele plutesc libere în apă.

Alcătuirea talului

Talul trichal (filamentos) şi pseudoparenchimatic, care predomină la algele roşii, are culori variabile, de la roşu luminos până la violet (la formele marine), mai rar şi roşu purpuriu-închis, roşu brun până la aproape negru sau verde-albăstrui până la verde-oliv (la speciile de apă dulce).

Talurile împletite şi cele pseudoparenchimatice (plectenchimuri) se formează după tipul „firului central" (tal uniaxial) sau după tipul „fântânii arteziene" (tal multiaxial).

Majoritatea speciilor de rodofite are talul pseudoparenchimatic, rezultat din împletirea filamentelor laterale, care pornesc de la o singură axă (structură monoaxială) şi care cresc printr-o celulă apicală. Uneori, talul este alcătuit din mai multe axe de acelaşi fel (structura poliaxială). Numai la unele alge roşii talul este lăţit în forma unei frunze şi prezintă structura plectenchimatică (ex. *Porphyra*), care apare datorită divizării celulei apicale în două direcţii.

Specii unicelulare apar cu totul izolat la rodofitele primitive (Subcl. *Bangiophycidae*).

Celula conţine, aproape fără excepţie, un singur nucleu şi mai mulţi cromatofori simpli, în formă de disc, ovali sau lobaţi, dar niciodată în formă de cupă.

Cromatoforii conţin numai clorofila *a* (lipsesc clorofilele *c* şi *b*, iar clorofilă *d* este îndoielnică) şi carotenoide însoţitoare. Aceşti pigmenţi sunt mascaţi prin pigmenţi coloranţi, puternic fluorescenţi, roşii şi albaştri, care sunt dispuşi în ficobilisomi. La *Cryptophyta* se află, de asemenea, ficobiline, dar ficobilisomii lipsesc.

Ficobilisomii, care se află şi la cianobacteriile procariotice, sunt corpuşoare de 30-40 nm, sferice sau în formă de disc. Ei sunt fixaţi de tilacoidele cromatoforilor şi conţin pigmenţii ficobilinici: ficoeritrina (roşie) şi ficocianina (albastră). Ficoeritrina este în cantitate mai mare şi dă culoarea acestor alge. Ficobilisomi algelor roşii şi albastre au rol în fotosinteză. Pigmenţii din alcătuirea lor absorb lumina şi conduc energia de activare (excitare) la pigmentul de fotosinteză propriu-zis (clorofila *a*). În ficobilisomi, ficoeritrina este dispusă spre exterior, iar ficocianina spre interior. Această dispunere stratificată indică direcţia transferului de energie.

Cromatoforii în formă de disc sunt delimitați la exterior de o membrană dublă, care nu este în legătură cu RE. În cromatofori se află tilacoide solitare, separate unele de altele, dar legate prin fire subțiri cu ficobilisomii. Pirenoizii sunt prezenți numai la unele forme, dar sunt nefuncționali.

Peretele celular este alcătuit preponderent din celuloză, ale cărei microfibrile sunt dispuse în lanțuri împletite ca o pâslă și nu în lanțuri așezate paralele ca la unele alge verzi și la plantele superioare terestre. Partea amorfă a peretelui celular este alcătuită din galactone (polimeri ai galactozei), care formează mucilagii la exteriorul celulelor. Pe această proprietate a lor se bazează extragerea agar-agarului, carrageenului ș.a. (derivați cu sulf ai galactozei), cu largi utilizări.

Unele alge roșii au talul dur, precum piatra, datorită impregnării pereților celulari cu $CaCO_3$, $MgCO_3$, ca de exemplu *Lithothamnion*, *Lithophyllum*. Aceste specii de alge roșii dar și alte alge eucariote, participă la alcătuirea recifilor coralieri.

Nutriția este preponderent fotoautotrofă. Se cunosc specii parazite, fără culoare, sau chiar parazite pe alte rodofite, care poartă denumirea de adelfoparaziți. La formele fotoautotrofe substanța de rezervă este amidonul de floridee (rodamilonul). Acesta se prezintă sub forma unor granule rotunde și se depune extraplastidial, la suprafața cromatoforilor sau în citoplasmă. Amidonul de floridee este un poliglucid cu proprietăți intermediare între amidon și glicogen. Cu iodul se colorează în roșiatic. În afară de acest amidon, mai apar și alte substanțe de rezervă, cum ar fi floridoside (compuși din galactoză și glicerină) precum și picături de ulei.

Ciclul ontogenetic la alga roșie *Polysiphonia* (fig. 123-A)

Pentre cele mai multe rodofite este caracteristică o alternanță de generații cu trei verigi, neîntâlnită la alte viețuitoare. Acestea sunt: 1. gametofitul haploid (G_n); 2. carposporofitul diploid; 3. sporofitul diploid (= tetrasporofit) (S_{2n}).

1. Gametofitul (G_n) este o plantă haploidă autonomă, pe care se formează gametangiile. Gametangele feminin se numește carpogon. La toate floridoficidele (rodofitele superioare) carpogonul are formă de sticlă de lampă, cu o parte bazală mai umflată și o prelungire filiformă numită trichogin (care lipsește la bangioficide). Prin forma sa carpogonul se aseamănă cu oogoniul de la *Coleochaete* (alga verde) și ascogonul de la ascomicete. În carpogon se formează un singur gamet feminin – oosfera. Pe alte părți ale gametofitului se formează gametangiile masculine desemnate drept spermatangii, în care se formează gameții masculini neflagelați numiți spermatii. Spermatiile, la început, sunt purtate pasiv de curenții de apă, se fixează de trichogin și prin acesta își golesc nucleul în carpogon. După un timp are loc fertilizarea, adică contopirea nucleului spermatiei cu nucleul oosferei. Procesul sexuat poartă numele de gameto-gametangiogamie sau oogamie incompletă și sfârșește cu formarea zigotului (carpogonul fecundat). Trichoginul se atrofiază și rămâne numai burta carpogonului, care prin dezvoltare ulterioară formează carposporofitul.

2. Carposporofitul (Gonimocarpul). Din carpogonul fecundat cresc filamente alcătuite din celule diploide numite fire oblasteme. Acestea singure nu pot forma carposporofitul ci numai după contopirea cu celulele auxiliare. Celulele auxiliare sunt celule ale gametofitului, care pot fi depărtate de carpogon sau se află pe ramificațiile talului în vecinătatea carpogonului. Firele oblasteme se alungesc, ajung la celulele auxiliare și prin alăturare, nucleul celulei auxiliare trece în celula firelor oblasteme. Nucleul celulei auxiliare nu se contopește cu al celulei oblasteme, ci prin această alăturare nucleul celulei auxiliare stimulează diviziunea mitotică a nucleului firului oblastem. Din unirea firelor oblasteme cu celulele auxiliare și diviziunea celulelor noi formate iau naștere gonimoblastele. Celulele diploide ale gonimoblastelor se transformă în carposporangi, în care prin mitoză se formează carpospori diploizi (mitospori). Gonimoblastele care produc carpospori se consideră ca o generație specială, în ciclul de viață a majorității algelor roșii, numită carposporofit (gonimocarp).

Astfel, pe gametofitul feminin a avut loc o succesiune a două generații: gametofitul haploid și carposporofitul (gonimocarpul) diploid. Gonimoblastele carposporofitului rămân, totuși, legate de gametofitul feminin, care le hrănește. Se poate spune că sunt parazite pe acesta. Schimbarea fazei nucleului (de la haploid la diploid) a avut loc pe aceeași algă (gametofit).

La algele roșii superioare, celulele auxiliare se dezvoltă numai după fecundarea carpogonului și în apropierea acestuia. În acest caz nu se mai formează fire oblasteme care leagă carpogonul de celulele auxiliare, ci celula auxiliară se contopește direct cu burta carpogonului fecundat. Ca rezultat al acestei contopiri se formează gonimoblastele cu carpospori diploizi.

Frecvent, carposporofitul (gonimocarpul) apare înconjurat de filamente învelitoare, provenite de pe gametofit, și se formează astfel un cistocarp (formă de rezistență). Dacă învelișul din filamente apare înainte de fertilizarea carpogonului, structura formată este desemnată ca procarp.

3. Tetrasporofitul (S_{2n})

La majoritatea algelor roşii, din carposporii diploizi ia naştere o plantă nouă diploidă, asemănătoare morfologic cu gametofitul. Pe talul acestei plante diploide se formează sporocişti unicelulari, în care, în urma meiozei, din fiecare celulă mamă sporogenă diploidă, se formează tetrade de spori haploizi (meiotetraspori). Această generaţie producătoare de tetraspori haploizi poartă numele de tetrasporofit şi reprezintă sporofitul tipic. Acesta este asemănător cu gametofitul, se înmulţeşte însă numai sexuat, este alcătuit numai din celule diploide şi duce viaţă independentă.

Trecerea de la carposporofit la tetrasporofit se face fără schimbarea fazei nucleului. Meioza are loc numai pe tetrasporofit la formarea tetrasporilor haploizi (meiospori).

În concluzie, dezvoltarea celor trei generaţii se realizează numai pe două corpuri de vegetaţie. Ciclul ontogenetic este, deci, trigenetic haplo-diplofazic.

Cele mai numeroase alge roşii (în afară de *Nemalionales*) aparţin acestui tip de alternanţă de generaţii. Gametofitul şi tetrasporofitul, deşi cu aceeaşi conformaţie externă, de multe ori sunt nesemănătoare, încât au fost descrise ca genuri de sine stătătoare şi încadrate în ordine diferite. Carposporofitul, deosebit de gametofitul pe care se formează şi pe care-l parazitează, a primit şi el nume diferite.

Gametofitul poate fi monoic sau dioic şi atunci apar diferenţe în construcţia algelor masculine şi feminine.

La *Batrachospermum* (fig. 123-B) ciclul de dezvoltare se desfăşoară diferit de cel prezentat mai înainte cu trei verigi. În acest caz, ciclul este tot trigenetic, dar lipseşte tetrasporofitul cu tetraspori, echivalentul acestuia fiind un „proembrion" numit „chantransiosporofit" diploid. Spre deosebire de *Polysiphonia*, la care a fost prezentat mai înainte ciclul ontogenetic, toate cele trei verigi se dezvoltă pe o singură plantă, deci sunt specii monobionte, aşa cum vor fi prezentate în continuare.

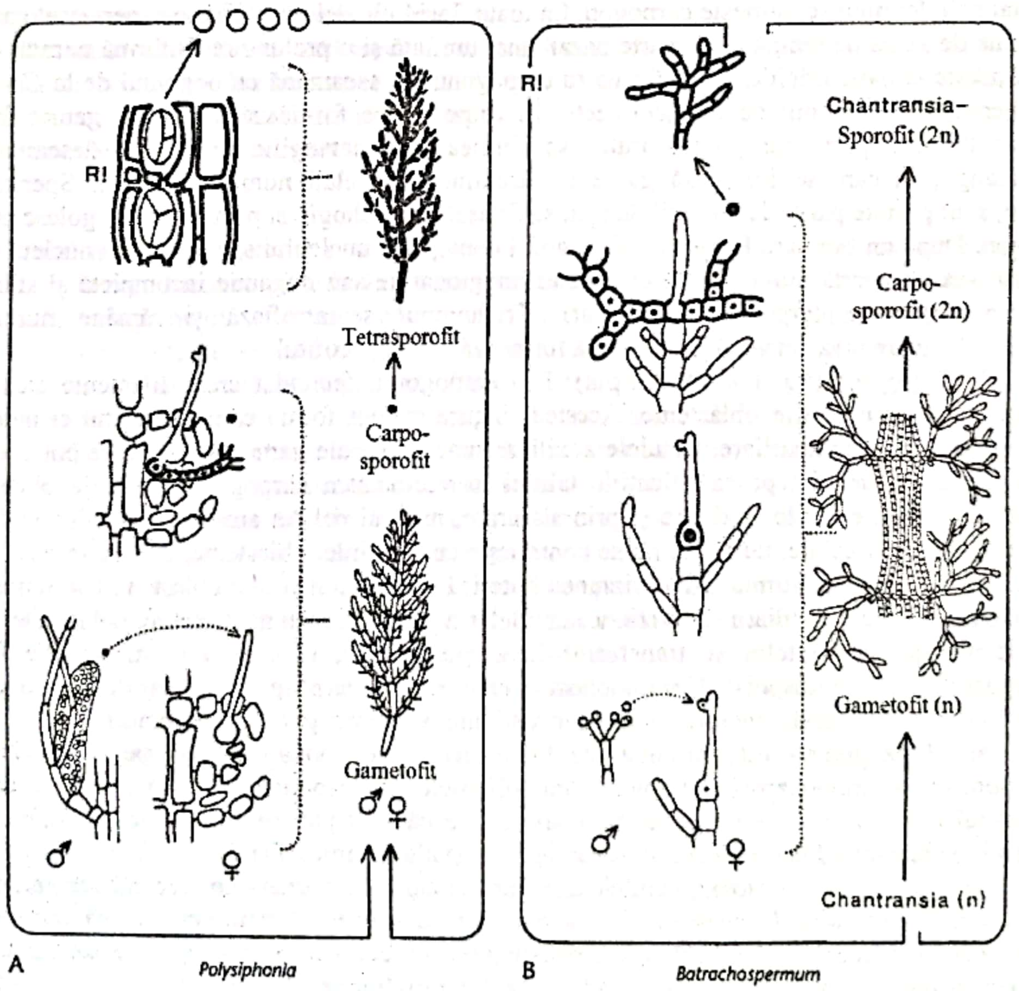


Fig. 123. *Rhodophyta*. Schimbarea de generaţii şi schimbarea fazei nucleului: A – *Polysiphonia*: trigenetic tipic: gametofit (Gn), carposporofit diploid, sporofit diploid (tetrasporofit) (S_{2n}); B - *Batrachospermum*: trigenetic fără tetrasporofit tipic, plantă monobiontă (după A. Bresinsky, din Strasburger, 1999)

Sistematica

8.Încreng. *RHODOPHYTA*
  8.1. Cl. *Rhodophyceae*
    1.1. Subcl. *Bangiophycidae*
    1.2. Subcl. *Floridophycidae*

8.1. Clasa *RHODOPHYCEAE*

1.1. Subclasa *BANGIOPHYCIDAE*

Bangioficidele sunt cele mai simple alge roşii, unicelulare sau sub formă de colonii palmelare microscopice. Formele mai evoluate sunt filamentoase (treapta trichală) sau lăţite în formă de frunză (treapta pseudoparenchimatică) cu creştere intercalară. În pereţii celulari lipsesc porii şi respectiv plasmodesmele. Cromatoforii sunt în formă de stea şi conţin un pirenoid. Carpogonul nu prezintă trichogin.

Subclasa încadrează ordinele: *Porphyridales* şi *Bangiales*.

1.1. Ordinul *PORPHYRIDALES*

Încadrează forme unicelulare care formează colonii.

Porphyridium purpureum se prezintă sub forma unei mase gelatinoase în care se află numeroase celule.

1.2. Ordinul *BANGIALES*

Ordinul încadrează forme filamentoase (ex. ***Bangia***) sau lamelare (ex. ***Porphyra***). ***Erythrotrichia*** formează filamente pluricelulare neramificate, din care pot lua naştere vegetativ monosporociste şi din acestea câte un monospor. La început monosporii sunt amoeboidali şi prin germinare dau naştere la noi filamente.

La genul ***Porphyra*** (2n = 4) (fig. 127-1), care trăieşte în zona litorală a mărilor, talul, de culoare purpurie, se fixează de substrat cu baza sa şi ajunge la 50 cm lungime. La ***P. nereocystis*** talul poate ajunge la 2 m lungime. Carpogoanele, de cele mai multe ori, nu se deosebesc de celulele vegetative. După contopirea cu spermatia se formează zigotul diploid. Acesta, după mai multe mitoze succesive, formează un număr de carpospori diploizi. Generaţia de carposporofiţi lipseşte sau este foarte redusă.

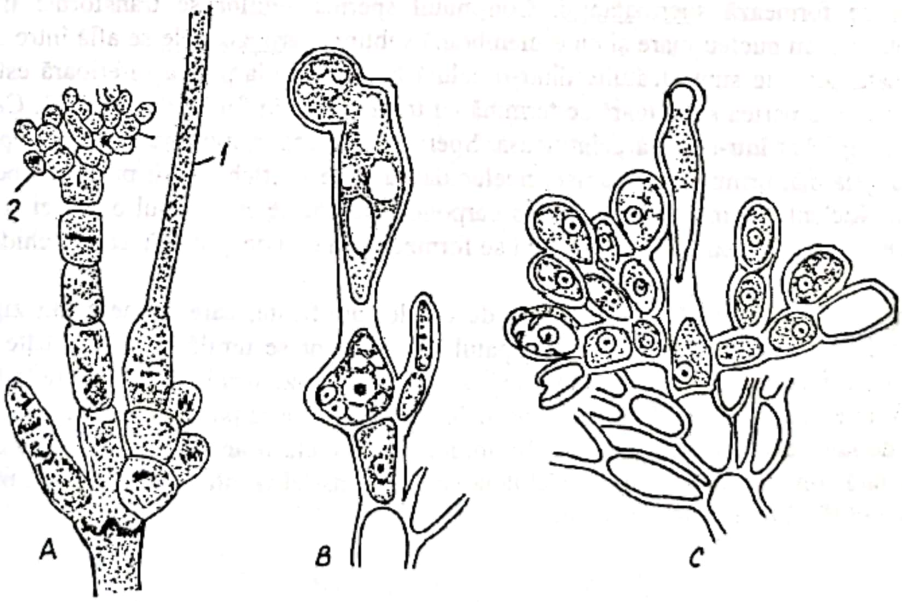


Fig. 124. *Floridophycidae:* A – *Nemalion*: filamente cu carpogoane (1) şi spermatangii (2); B – *Batrachospermum*: carpogonul fecundat; C – dezvoltarea carposporilor la *Batrachospermum* (după Gorbunova, din Gorlenko)

Prin germinarea carposposporului se formează nişte filamente care pătrund în carapacea calcaroasă de la unele scoici sau moluşte (din genul ***Conchus***). Acest stadiu a fost considerat mult timp o algă de sine stătătoare şi numit ***Conchocelis rosea***. În momentul de faţă aceasta este interpretată ca generația de sporofite, care se termină cu formarea conchosporilor (omologi tetrasporilor) haploizi, rezultați în urma meiozei. Faza de *Conchocelis* este larg răspândită pe țărmurile mărilor europene.

Cyanidium caldarium este o altă algă roșie, însă înrudită cu alge albastre (*Cyanophyta*). La aceasta predomină ficocianina.

Campsopogon este larg răspândit în ape dulci tropicale și prezintă tal heterotrichal, de culoare albăstrui-argintie, datorită predominării ficocianinei.

1.2. Subclasa *FLORIDOPHYCIDAE*

Reprezentanții subclasei prezintă tal alcătuit din filamente pluricelulare, ramificate, cu creștere apicală. Filamentele pluricelulare sunt unite în taluri pseudoparenchimatice cu conformație de frunză, rotundă sau aplatizată. Reprezentanți unicelulari nu apar.

Și cele mai simple floridoficide sunt heterotrichale, adică diferențiate într-o talpă din care pornesc filamente orientate în sus. În contrast cu *Phaeophyceae-* le, reprezentanții cei mai dezvoltați ai rodofitelor nu prezintă structură parenchimatică a talului, ci cel mult plectenchimatică.

Talul poate fi monoaxial sau poliaxial, iar celulele sunt, deseori, legate între ele prin pori sau canale, prin care trec plasmodesme. Carpogonul prezintă trichogin.

Sistematica. Pe baza tipului de tal, a înmulțirii asexuate și reproducerii sexuate, a dezvoltării carposporofitului, a diferențierii celulelor auxiliare, feoficidele se clasifică în următoarele ordine: *Nemalionales, Cryptonemiales, Gigartinales, Rhodymeniales* și *Ceramiales.*

2.1. Ordinul *NEMALIONALES*

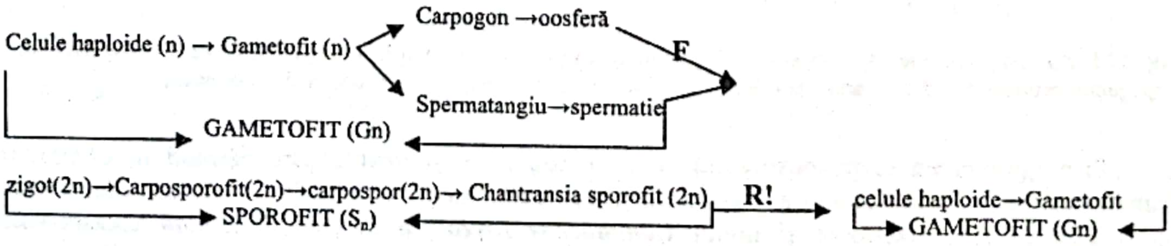
Pentru reprezentanții acestui ordin este caracteristică lipsa celulelor auxiliare, iar gonimoblastele se dezvoltă nemijlocit din carpogonul fecundat.

Speciile de nemalionale se întâlnesc în ape marine și mai puține în ape dulci, ca de ex. genurile *Lemanea* și *Batrachospermum.*

Genul ***Batrachospermum*** (fig. 124-B; 125-C) crește în izvoare reci, repezi, de munte. Are forma unor icre învelite într-o gelatină maronie până la verde-oliv. În ciclul de viață, în locul unui tetrasporofit, este intercalat stadiul de ***Chantransia***, un sporofit asemănător cu un proembrion.

Talul monoic (gametofitul) constă din filamente haploide ramificate verticilat, care pornesc din partea axială a talului, alcătuită din celule alungite, incolore. Din celulele de la capetele ramificațiilor se formează spermatangii. Conținutul spermatangiilor se transformă într-o singură spermatie rotundă, cu nucleu mare și cu o membrană subțire. Carpogoanele se află între ramurile care poartă spermatangii. Ele sunt alcătuite dintr-o celulă lungă, care la partea inferioară este umflată în formă de sticlă și la partea superioară se termină cu trichoginul, în formă de măciucă. Carpogonul cu trichogin este înglobat într-o masă gelatinoasă. Spermatia, adusă în mod pasiv de apă, poate străbate activ această gelatină, printr-un mecanism neelucidat, ajunge la trichogin și pune în liberate întregul său conținut. Nucleul spermatiei migrează în carpogon, se unește cu nucleul oosferei și se formează zigotul. Trichoginul se resoarbe și în locul lui se formează un dop de gelatină, care închide carpogonul fecundat.

Carposporofitul constă din filamente de celule ramificate, care pornesc din zigot și rămân totuși legate de gametofit. Celulele de la capătul filamentelor se umflă și produc câte un mitospor sferic, care reprezintă carposporul diploid. Carposporii prin diviziunea lor dau naștere la *Chantransia*-sporofit. Acesta este alcătuit din filamente verticale diploide, care se ramifică, sunt fixate de substrat și diferă mult de talul de *Batrachospermum.* În anumite celule ale filamentelor de *Chantransia* are loc meioza, dar fără formare de meiospori. Celulele haploide, astfel rezultate, se dezvoltă ulterior și dau naștere la gametofitul ramificat, verticilat.


Celule haploide (n) → Gametofit (n)
Carpogon →oosferă
F
Spermatangiu→spermatie
GAMETOFIT (Gn)
zigot(2n)→Carposporofit(2n)→carpospor(2n)→ Chantransia sporofit (2n)
R!
SPOROFIT (Sn)
celule haploide→Gametofit
GAMETOFIT (Gn)

La unele specii se formează un al doilea sporofit sub forma unei alge mici cu ramuri verticilate, din celulele cărora, după meioză, se formează direct talurile de gametofiţi.

În concluzie şi la *Batrachospermum* există o schimbare de generaţii, alcătuită din trei verigi, care rămân toată viaţa legate împreună şi nu independente: 1.„*Chantransia* sporofit” diploid (proembrion); 2. gametofit verticilat haploid; 3. Carposporofit diploid. Această dezvoltare, cu trei generaţii diferite, se realizează pe un singur corp de vegetaţie. Deci, ciclul ontogenetic este haplobiontic.

Rhodochorton investiens este o algă roşie care trăieşte epifitic pe *Batrachospermum*. La aceasta ciclul de viaţă este diplobiontic normal: carposporofitul este legat prin nutriţie de gametofit, iar tetresporpofitul este autonom.

Rhodochorton purpureum este o algă marină la care schimbarea de generaţii este alcătuită numai din două verigi: gametofit şi tetrasporofit (lipseşte deci carposporofitul).

Gelidium este o algă marină cu poziţie sistematică controversată. Tot cu specii marine sunt şi genurile: ***Nemalion*** şi ***Bonnemaisonia***.

Genul ***Lemanea*** are reprezentanţi de apă dulce.

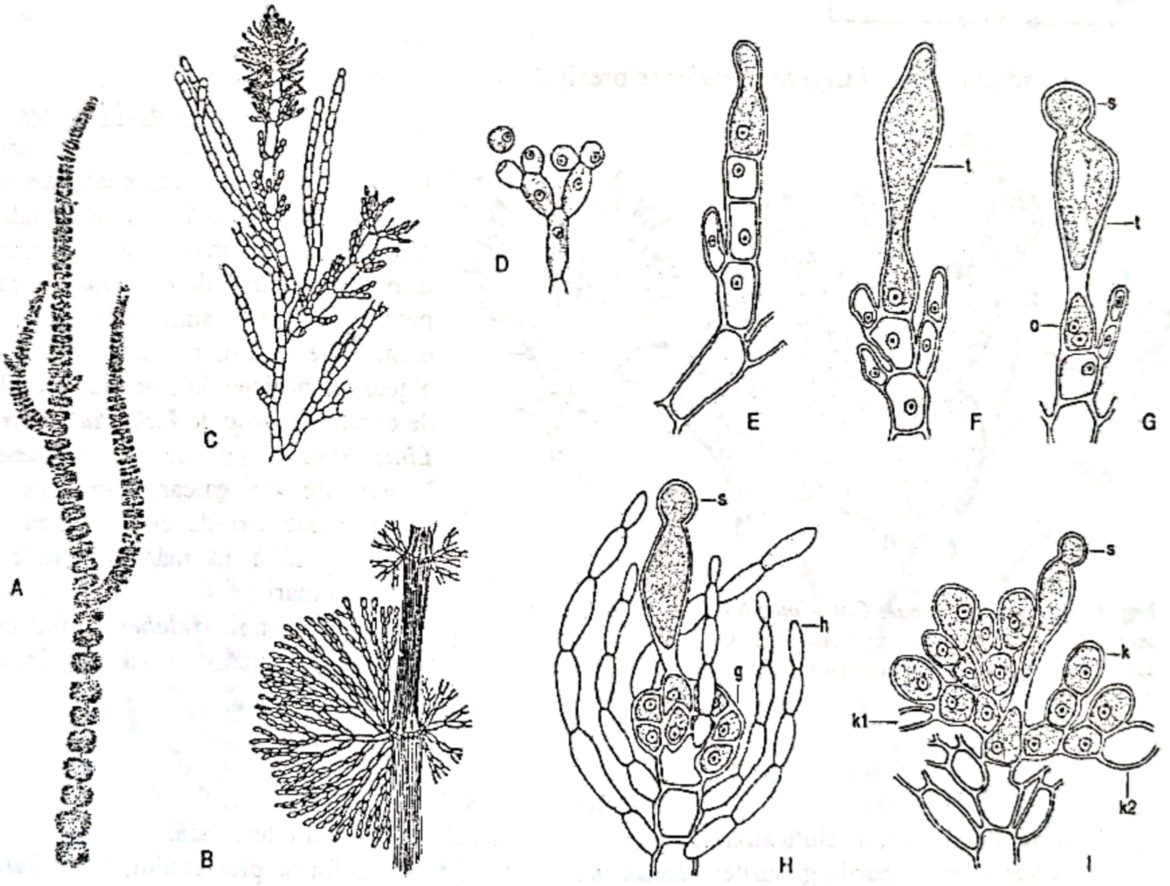
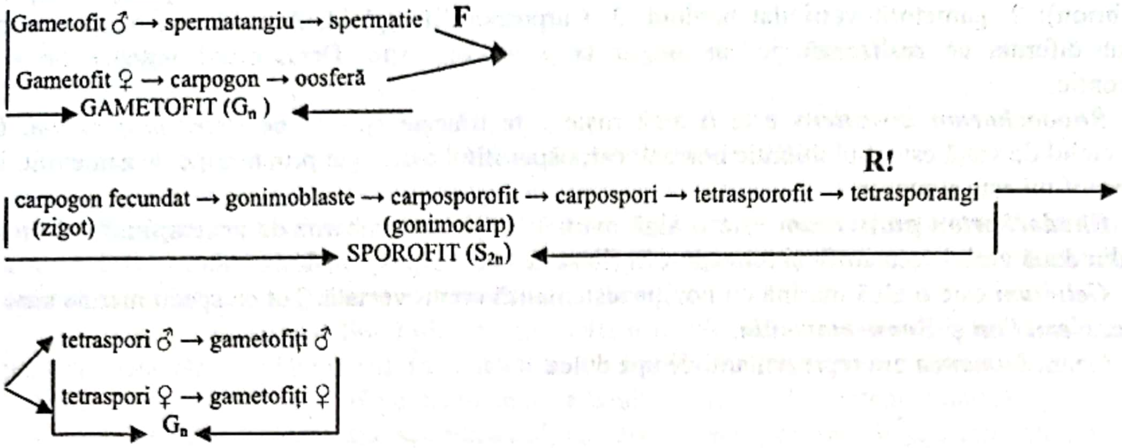


Fig. 125. *Rhodophyceae: Nemalionales*: *Batrachospermum moniliforme*: A – habitus; B – porţiune de tal al gametofitului cu verticile de ramuri; C – sporofitul *Chantransia* diploid cu cei doi gametofiţi haploizi care stau pe acesta; D – porţiune de ramură a gametofitului cu 4 spermatangii (stânga sus şi spermatie ieşită în afară); E – Structură cu carpogon; F – carpogon matur cu trichogin (t); G – carpogon după fertilizarea cu o spermatie (s), la bază împerecherea nucleilor sexuali (o); H – Carposporofit diploid (g) cu filamente de învelire (h) haploide: I – carposporofit ajuns la maturare cu carposporociste (k); k_1 şi k_2 – carposporociste golite (A-C- după Sirodot; D- după Strasburger; E-I- după Kylin, din Strasburger, 1999)

2.2. Ordinul *CRYPTONEMIALES*

Spre deosebire de ordinul precedent, criptomenialele prezintă celule auxiliare care se formează, înainte de fecundaţie, pe verticile de ramificaţii specifice, la o anumită depărtare de carpogon. După fertilizare, din burta carpogonului pornesc, în direcţia celulelor auxiliare, firele oblasteme lungi, numite şi fire conectoare (de joncţiune). Din contopirea unei celule auxiliare cu celula firului oblastem şi trecerea nucleului haploid din celula auxiliară în firul oblastem se formează gonimoblastele. Gonimoblastele dau naştere la carposporofit (gonimocarp) în care, în urma mitozei, se formează carposporii diploizi. Din carpospori iau naştere alge diploide numite tetrasporofiţi, pe care se formează numai organe de înmulțire asexuată și anume tetrasporangi. În aceștia, în urma meiozei, se formează tetrasporii haploizi care cresc la gametofiți haploizi cu gametangii. Astfel, are loc o succesiune de genarații izomorfe (G_n cu carposporofitul diploid și S_{2n}).


Gametofit ♂ → spermatangiu → spermatie
F
Gametofit ♀ → carpogon → oosferă
GAMETOFIT (G_n)
R!
carpogon fecundat (zigot) → gonimoblaste → carposporofit (gonimocarp) → carpospori → tetrasporofit → tetrasporangi
SPOROFIT (S_{2n})
tetraspori ♂ → gametofiți ♂
tetraspori ♀ → gametofiți ♀
G_n

În cadrul ordinului *Cryptonemiales* se prezintă o singură familie:

Familia *Corallinaceae*

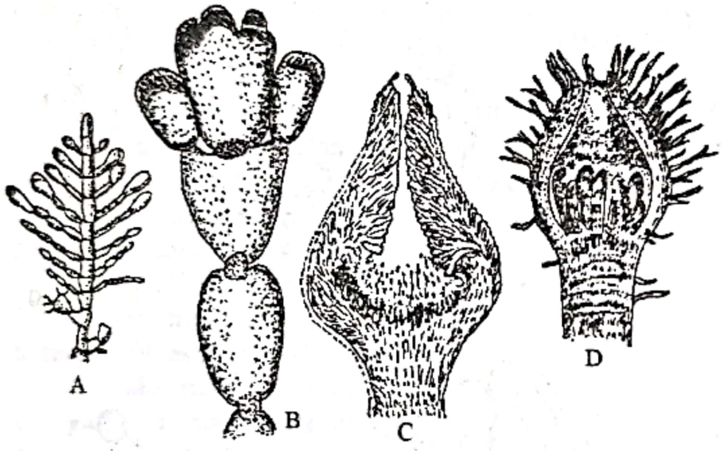


Fig. 126. *Floridophyceae. Corallina*: A – aspectul exterior; B – segmente cu articulații intermediare; C – conceptacul cu spermatangii; D – conceptacul cu tetrasporangi (după Gorbunova, din Gorlenko)

Încadrează genurile: ***Corallina*** (fig.126) la care talul are atât structură monoaxială cât și poliaxială și este răspândit mai ales în mările tropicale. Talurile de *Corallina*, la care pereții celulari sunt încrustați cu cristale de calciu, participă alături de algele sifonoficee, la formarea recifilor de corali. Talurile de ***Lithothamnion*** și ***Lithophyllum***, de asemenea, impregnate cu calcar, formează pe pietre cruste tari de culoare roză. Se află răspândite în mările nordice la adâncimi mari.

La genul ***Melobesia*** talul este ramificat după tipul „fântânii arteziene".

2.3. Ordinul *GIGARTINALES*

La aceste alge roșii celula auxiliară provine dintr-o celulă normală intercalară.

La acest ordin aparțin genurile: ***Plocamium***, cu talul penat de forma pieptenului; ***Furcellaria***, cu talul alcătuit după modelul „fântânii arteziene"; ***Chondrus***, cu talul bifurcat ramificat, din care se extrage carrageenul; ***Gigartina mamilosa*** (fig. 127-3), cu talul în forma unor tufe. Toate aceste alge se află și în mări europene. Talurile lor sunt întrebuințate în alimentație și în scopuri medicinale.

2.4. Ordinul *RHODYMENIALES*

Genul ***Rhodymenia*** are talul asemănător cu o frunză. Crește în Oc. Atlantic. Din celula purtătoare a carpogonului se desparte, înainte de fertilizare, o celulă fiică, și din aceasta celula auxiliară. Carpogonul își are originea într-un procarp (format din celula purtătoare, celula fiică, celula auxiliară și ramura de carpogon), care după fertilizare se transformă în cistocarp.

2.5. Ordinul *CERAMIALES*

Se caracterizează prin faptul că, după fecundarea carpogonului, celula auxiliară se separă de celula purtătoare a ramurii carpogonului. Se întâlnește atât procarpul (alcătuit din celula purtătoare, celula auxiliară și ramura carpogonului) cât și cistocarpul format după fertilizare (ca și la *Rhodymeniales*).

Talul este construit după tipul firului central şi este alcătuit din filamente pluricelulare, bogat ramificate, întărite la exterior.

Ciclul de viaţă este haplodiplobiontic (tipul *Polysiphonia*), alcătuit din trei verigi: gametofit, carposporofit şi tetrasporofit.

Delesseria sanguinea (fig. 127-5) creşte în Oc. Atlantic. Părţile ei de tal sunt asemănătoare cu o frunză de fag şi îşi au originea într-un disc bazal. Acestea sunt prevăzute cu nervuri mijlocii şi laterale. Toamna nervurile laterale pier, iar nervurile mijlocii rămân, şi în primăvara următoare dau naştere la noi taluri asemănătoare frunzelor. Talul purpuriu cu aspect de frunză, cu nervaţia penată, s-a format prin concreşterea ramurilor laterale ale unei sigure axe principale.

În Marea Nordului şi M. Baltică cresc specii ale genurilor ***Polysiphonia*** (fig. 128), ***Ceramium*** (fig. 127-4) şi ***Plumaria***.

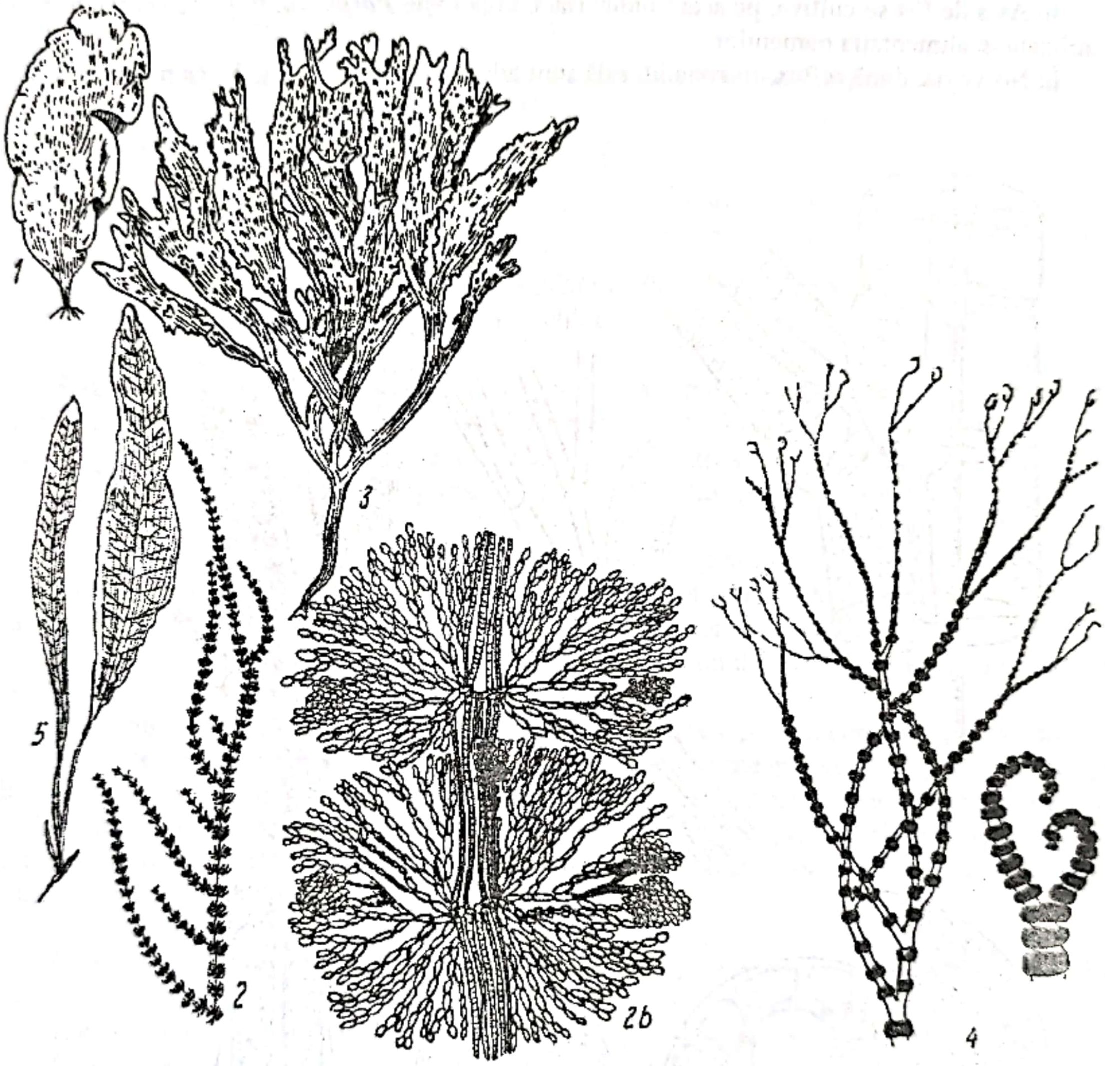


Fig. 127. *Rhodophyta*: 1 – *Porphyra leucosticta*; 2a, 2b – *Batrachospermum moniliforme*; 3 - *Gigartina mamilosa*; 4 – *Ceramium rubrum*; 5 – *Delesseria sanguinea* (după Soó)

Originea istorico-evolutivă a rodofitelor

Prin unele caracteristici ale lor: tilacoide solitare, prezenţa ficobilisomilor cu pigmenţi accesorii (ficoeritrina şi ficocianina), lipsa stadiilor flagelate în ciclul vital, s-a emis ipoteza înrudirii algelor roşii cu algele albastre (cianoficee). Se consideră că plastidele algelor roşii îşi au originea, probabil, în alge albastre endosimbionte.

După o altă ipoteză, din precursori asemănători ascomicetelor, prin unirea cu cianoficee (ca endosimbionţi) au rezultat rodofitele. Alţi cercetători consideră rodofitele ca o grupă istorico-evolutivă din care au derivat ascomicetele. Pentru această din urmă ipoteză, ca argumente se aduc unele caracteristici asemănătoare între rodofite şi ascomicete (tabelul 5).

Relaţiile de înrudire cu celelalte încrengături de alge eucariote nu sunt elucidate. Rodofitele reprezintă, după cei mai mulţi, un grup natural unic, cu o vârstă geologică foarte mare. Ca fosile, rodofitele au fost semnalate din Permian.

Întrebuinţări

Din pereţii celulari ai celor mai multe alge roşii se extrag polizaharide cu variate utilizări.

Din ***Chondrus crispus*** şi ***Gigartina mamillosa***, ce cresc pe ţărmurile Mării Nordului, se prepară carrageenul, care uscat este cunoscut sub denumirea comercială de „muşchi irlandez".

Din specii de ***Gelidium***, ***Alnfeldtia*** şi ***Gracilaria***, care cresc în Oc. Pacific, se prepară agar-agarul. Recent, acesta se extrage şi din specii europene. Japonia, cu 2.000 tone anual, este producătorul cel mai important de agar-agar, cu largi utilizări în laboratoarele de microbiologie, industria alimentară şi farmaceutică.

În Asia de Est se cultivă, pe scară industrială, alga roşie ***Porphyra***, în plase care atârnă în apă. Este utilizată în alimentaţia oamenilor.

În Norvegia, după reflux, în zona litorală sunt aduse oile să pască algele, ca pe păşune.

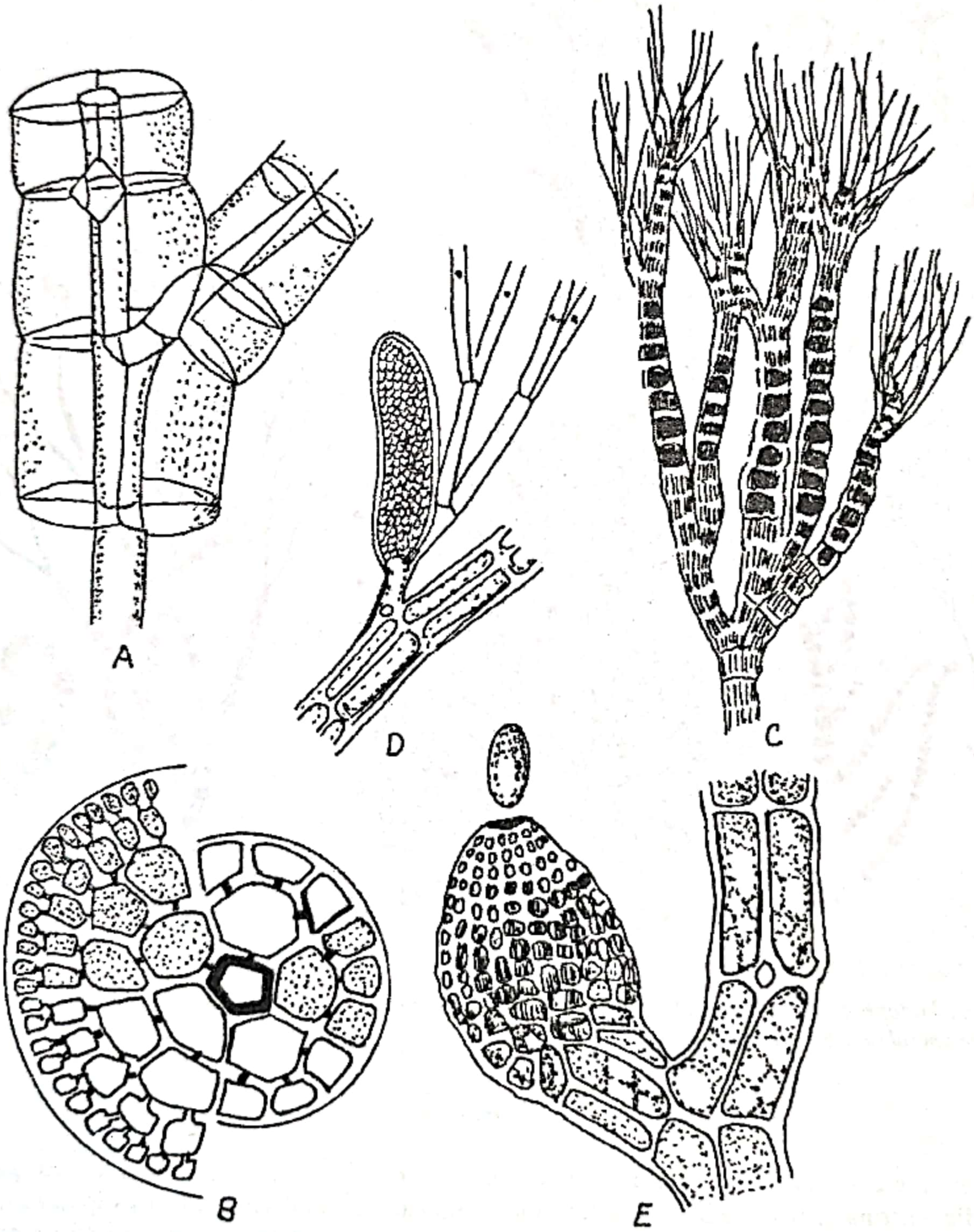


Fig. 128. *Polysiphonia*: A – Schema structurii ramurii cu scoarţă dintr-un strat; B – secţiune transversală a ramurii cu scoarţă din mai multe straturi; C – tetrasporofitul cu tetrasporangi; D – spermatangii alăturate; E – cistocarpul matur (după Gorbunova, din Gorlenko)

Tabel 7. Comparaţie între *Rhodophyta* şi *Ascomycetes*

Increng. *RHODOPHYTA*	Cl. *ASCOMYCETES*
1. Carpogon (gametange ♀) cu trichogin	1. Ascogon (gametange ♀) cu trichogin
2. Din carpogonul fertilizat pornesc fire oblasteme diploide, care după contopirea cu celulele auxiliare formează gonioblastele cu carpospori (carposporofitul)	2. Din ascogonul fertilizat pornesc hife ascogene diploide pe care apoi se formează ascele cu ascospori.
3. Lipsa stadiilor flagelate în stare vegetativă şi la celulele generative (spori şi gameţi)	3. La fel
4. Fertilizarea prin gameţi masculi neflagelaţi (spermatii)	4. La fel
5. Taluri din filamente împletite cu pori în septuri şi cu capacitate de formare a anastomozelor	5. La fel
6. Substanţa de rezervă asemănătoare din punct de vedere chimic: amidonul de floridee (rodamidonul-poliglucid asemănător chimic cu glicogenul)	6. Substanţa de rezervă glicogenul
Se deosebesc prin chimismul peretelui celular	
7. Peretele celular alcătuit din celuloză	7. Peretele celular alcătuit din chitină şi glucani

9. Încrengătura *CHLOROPHYTA* – Alge verzi
(gr. chlorus, chloro – verde; -phyta)

Spre deosebire de *Phaeophyceae* şi *Rhodophyta*, care reprezintă, din punct de vedere istorico-evolutiv, linii laterale închise fără posibilităţi de evoluţie, *Chlorophyta* reprezintă o grupă mare, eterogenă, cu largi potenţialităţi evolutive. Prin plastidele lor, care conţin clorofila a şi b, clorofitele au reprezentat un nod filogenetic foarte important, din care au evoluat plantele de uscat.

Răspândirea şi mediile de viaţă

Clorofitele, cunoscute până în momentul de faţă, sunt circa 7.000 specii repartizate la 450 genuri. Cele mai numeroase (circa 90%) fac parte din planctonul sau bentosul apelor dulci. Unele specii mai mari apar şi în mări, dar aproape de ţărm. În planctonul marin clorofitele au o participare redusă.

Unele alge verzi trăiesc în afara apei, pe sau în solul umed, pe coaja arborilor, stânci etc.

Anumite specii suportă uscăciuni mari şi sunt considerate plante de uscat. Sunt şi specii simbionte, în alcătuirea lichenilor sau ca endocitobionţi în celula unor animale inferioare, ca de exemplu hidra, unde se află „zoochlorella". Unii reprezentanţi au pierdut pigmenţii asimilatori şi trăiesc heterotrof. Au fost atribuite totuşi clorofitelor pe baza concordanţei cu unele forme fotoautotrofe.

Organizarea talului

Clorofitele cuprind aproape toate treptele de organizare a talului, de la cea monadală sau amoeboidală (ocazional ca celule de reproducere) până la cea sifonocladală, de tal filamentos (cu firele mai mult sau mai puţin împletite între ele) până la cea de tal masiv parenchimatic.

Celula conţine unul sau mai mulţi nuclei. Peretele celular este alcătuit, preponderent, din celuloză, în parte şi cu participarea mananilor şi a xilanului. Peretele se dispune direct deasupra plasmalemei (altfel decât la dinofite şi diatomee). Fibrilele de celuloză se află într-o parte amorfă, alcătuită din diferite polizaharide desemnate ca pectină. Deci, peretele celular este pecto-celulozic ca şi plantele terestre.

Sporopolenina, ca substanţă mai rezistentă la uscăciune, a fost identificată în peretele celular al unor alge terestre.

În timpul diviziunii celulare, formarea pereţilor transversali (fragmoplaşti) apare pentru prima dată la algele verzi şi devine, ulterior, regulă generală la plantele terestre. În aceşti pereţi se află orificii sau canale pentru plasmodesme.

Cloroplastidele (cromatoforii) sunt curat verzi datorită predominanţei clorofilei *a* şi *b*. Pigmenţii accesorii, carotina şi xantofila, sunt în cantitate mai mică şi nu pot masca clorofilele. La exteriorul cloroplastidelor se află o membrană dublă. Sunt aşa numitele plastide simple (ca şi la *Glaucophyta*, *Rhodophyta* şi *Embriophyta*). Tilacoidele, în număr de 2-10 (20) sunt aşezate în stive. Pirenoizii, în măsura în care se află, sunt cuprinşi în interiorul cloroplastidelor.

Substanța de rezervă este amidonul, care se depune intraplastidial, în jurul pirenoizilor. Adesea, în celule se înmagazinează și cantități însemnate de grăsimi.

Aparatul flagelar. Flagelii, în număr de 2-4 (rareori mai mulți) sunt egali ca lungime (izoconți) și fără mastigoneme. Celulele monadale precum și gameții și zoospori sunt prevăzuți cu flageli.

Ultrastructura flagelilor (fig. 97-A; 97-B). Flagelul este alcătuit din două părți: intracelulară și extracelulară.

Partea intracelulară este alcătuită din corpul bazal, rădăcinile flagelului și rizoplastele.

Partea extracelulară (partea liberă a flagelului) este înconjurată de o membrană dublă, prelungire a plasmalemei. Este alcătuită din trei părți: apexul (vârful), partea axială și cea tranzitivă.

Sub membrana flagelului se găsește matricea proteică. Aparatul flagelar este străbătut în întregime de un fascicul de microtubuli care poartă numele de axonemă. Partea axială, în secțiune transversală, prezintă repartizarea microtubulilor, tipică pentru toate eucariotele: 9 perechi (dublete) de microtubuli, care înconjoară perechea centrală, contractilă din 2 microtubuli (9 – 9 + 2). Spre vârful flagelului dispare partea matriceală și dubletele periferice, rămân numai cele centrale care ajung până aproape de vârful flagelului.

Zona tranzitivă (de la baza părții libere până la corpul bazal) se distinge ușor de partea axială, deoarece membrana se apropie foarte mult de dubletele axonemei. La baza părții proximale a flagelului se găsește corpul bazal, la care se termină cei doi microtubuli centrali. Dubletele periferice se transformă în tripletele corpului bazal (după Gorbunova, in Gorlenko, 1990). În afară de rădăcinile microtubulare ale flagelului se mai află rizoplastul sau rizoplastele, care realizează legătura între corpurile bazale ale flagelilor și nucleul celulei.

Flagelii, de cele mai multe ori, sunt inserați în formă de cruce. Aceasta însemnează că patru rădăcini microtubulare, așezate în formă de cruce, se ancorează de corpurile bazale ale flagelilor. În acest mod corpurile bazale, văzute de sus și respectiv flagelii apar aranjate precum cifrele corespondente ale ceasului (aranjare 1-7; 12-6; 11-5 etc.) (după A. Bresinsky in Strasburger, 1999).

Pata-ochi roșie (stigma) constă din globuli care conțin hematocromul astaxantina. Ea nu este legată de corpul bazal al flagelilor ci se află în interiorul cloroplastidei.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin diviziunea celulară (la formele unicelulare) sau fragmentarea talului.

Înmulțirea asexuată este extrem de diversificată și se realizează prin celule specializate – spori. Aceștia pot fi zoospori (planospori) cu 2-4 sau mai mulți flageli; aplanospori imobili neflagelați. Aceasta se va aprofunda la fiecare clasă în parte.

Reproducerea sexuată se realizează aproape totdeauna prin gameți prevăzuți cu flageli. În izogamie se contopesc izogameți, care se formează în gametangii unicelulari. Izogameții sunt asemănători morfologic zoosporilor. Excepția o formează *Zygnemataceae*- le la care nu se formează gameți flagelați.

Mai poate fi o anizogamie, când gameții par asemănători dar nu identici. Forma superioară o reprezintă heterogamia, ca de ex. oogamia.

Ciclul ontogenetic poate fi simplu, haplobiontic, prin lărgire se ajunge la cel haplodiplobiontic și numai puțini reprezentanți au devenit diplobiontici, prin reducerea până la dispariție a generației gametofitice. Singurele celule haploide în acest caz sunt gameții.

Zigotul este celula diploidă, rezultată în urma fertilizării. La formele de apă dulce este, de cele mai multe ori, o celulă de durată (cistozigot), de forma sferică, cu perete rigid la exterior și adesea colorată în roșu prin pigmenți carotenoizi.

Sistematica. Criteriul determinant în împărțirea pe clase a încreng. *Chlorophyta* este evoluția treptelor de organizare a talului, coroborat și cu evoluția modurilor de reproducere sexuată etc.

9. Încreng. *CHLOROPHYTA*
9.1.Cl. *Prasinophyceae*
9.2.Cl. *Chlorophyceae*
9.3.Cl. *Ulvophyceae*
9.4.Cl. *Cladophorophyceae*
9.5.Cl. *Bryopsidophyceae* (*Siphoneae*)
9.6.Cl. *Dasycladophyceae*
9.7.Cl. *Trentepohliophyceae*
9.8.Cl.*Pleurastrophyceae*(= *Trebouxiophyceae*)
9.9.Cl. *Klebsormidophyceae*
9.10.Cl. *Zygnematophyceae* (= *Conjugatae*)
9.11.Cl. *Charophyceae*

9.1. Clasa *PRASINOPHYCEAE*

Reprezentanţii sunt în cea mai mare parte specii planctonice marine şi puţine forme de apă dulce.

Au fost separate de restul clorofitelor pe baza solzişorilor specifici de pe suprafaţa celulei.

În majoritate sunt forme monadale şi numai puţine capsale sau cocale. Ex. ***Prasinomonas***, ***Platymonas***.

9.2. Clasa *CHLOROPHYCEAE*

În majoritatea covârşitoare sunt specii de apă dulce şi numai un număr mic de pe specii trăiesc în apă marină sau salmastră. De asemenea, sunt cunoscute şi forme terestre pe sau în sol, pe coaja arborilor, stânci etc.

Reprezentanţii clasei aparţin la mai multe trepte de organizare a talului: monadală, capsală şi cocală dar şi forme filamentoase (trichale şi sifonale).

Peretele celular al speciilor prevăzute cu flageli constă din glicoproteide, iar al celor fără flageli din polizaharide (preponderent celuloza).

Clasa încadrează următoarele ordine: *Volvocales*, *Chlorococcales* (*Protococcales*), *Chaetophorales*, *Oedogoniales*.

2.1. Ordinul *VOLVOCALES*

Ordinul cuprinde unicelulare prevăzute cu flageli, solitare (monade) sau unite în colonii pluricelulare. La acestea se poate urmări trecerea de la forme unicelulare la colonii de celule, cu diferenţiere diferită între celule şi polaritate progresivă. Celulele, radiar simetrice, sunt înzestrate cu 2, 4 sau 8 flageli apicali, egali ca lungime (izoconţi) şi fără cili vibratili.

La ***Chlamydomonas***, algă unicelulară mobilă, viteza de deplasare la o reacţie fototactică poate fi de 10 ori lungimea corpului/secundă. Structura electronomicroscopică este prezentată în fig. 129.

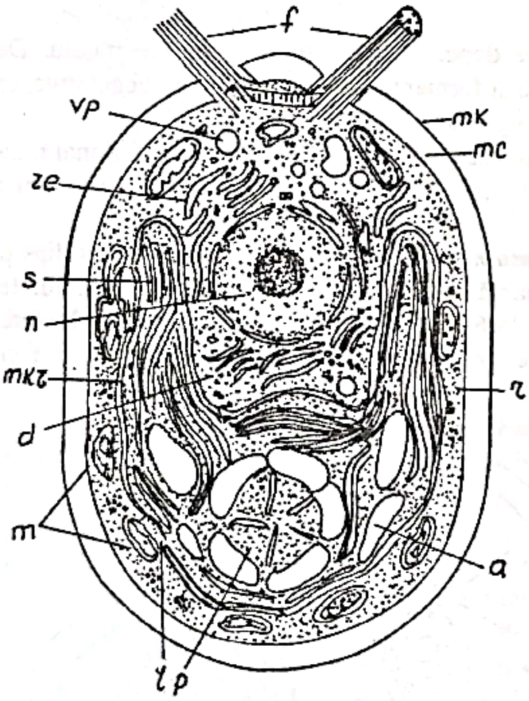


Fig. 129. Structura electronomicroscopică a celulei de *Chlamydomonas*: mk – peretele celular; mc – pelicula citoplasmatică; mkr – membrana cromatoforului; t – tilacoidele; s – stigma; p – pirenoidul; a – amidon, m – mitocondriile; d – dictiozomi; r – ribozomi; re – reticul endoplasmatic; n – nucleul; v – vacuolele pulsatile; f – flagelii (după Gorbunova, din Gorlenko)

Lângă locul de inserţie al flagelilor se află două vacuole pulsatile, care elimină surplusul de apă.

Fiecare celulă conţine un cloroplast (cromatofor) în formă de cupă, care la baza sa poartă un pirenoid, în jurul căruia se depune amidonul. În interiorul cloroplastului se află şi pata-ochi roşie (stigma).

Peretele celular, la formele mobile cu flageli, este alcătuit din glicoproteide şi polizaharide (dar nu celuloză).

Volvocalele sunt forme planctonice de apă dulce, care uneori, se pot înmulţi aşa de mult încât apa apare complet verde.

Pe lângă speciile fotoautotrofe sunt şi forme mixotrofe (cu nutriţie fotoautotrofă şi saprotrofă), care trăiesc în ape murdare, cu cantitate mare de suspensii organice. Primele specii au nutriţie exclusiv saprotrofă (ex. *Polytoma uvella*). În acest caz, cloroplastul iniţial este greu de recunoscut ca plastid fără culoare. Acelaşi lucru se poate evidenţia la mutanţi de *Chlamydomonas*, apăruţi prin expunerea la ultraviolete.

Sistematica. Ord. *Volvocales* încadrează următoarele familii: *Polyblepharidaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Volvocaceae*.

Familia *Polyblepharidaceae*

Familia încadrează specii unicelulare fără perete celular, care se înmulțesc prin diviziunea longitudinală a celulelor (ex. ***Polyblepharides***) sau și cu reproducere sexuată cu diferențiere fenotipică și genotipică a tipurilor de încrucișare (ex. ***Dunaliella salina***). Această din urmă specie crește în apa marină foarte concentrată și este colorată în roșu-portocaliu prin carotenoide. A fost descoperită de Em. Teodorescu în Lacul Sărat de la Brăila și ulterior amănunțit cercetată. Este o algă verde unicelulară, solitară, biflagelată.

Familia *Chlamydomonadaceae*

Această familie se deosebește de *Polyblepharidaceae* prin celula acoperită cu perete celular. Inițial, cloroplastul are poziție centrală, iar la *Chlamydomonas* (fig. 130 A, F, H, J) este situat parietal. La alte specii cloroplastul este străpuns ca o plasă sau desfăcut în disculețe, separate între ele.

La reproducerea sexuată se poate urmări o progresie de la izogamie până la oogamie.

Înmulțirea și reproducerea

Înmulțirea asexuată se realizează prin zoospori. Aceștia se formează câte 2-16, prin diviziuni succesive ale unei celule mamă, devenită sporocist.

Reproducerea sexuată poate fi izogamie, anizogamie sau oogamie.

Izogamia se realizează prin izogameți, egali ca formă, mărime și mișcare, care se deosebesc ca înfățișare de celulele vegetative. Gameții se pot forma monoic, când sunt foarte asemănători, sau dioic. În acest din urmă caz ei sunt diferiți genotipic (+ și -), dar la exterior nu prezintă diferențieri vizibile (ex. la *Chlamydomonas reinhardtii*).

Determinarea funcției celulelor germinative este dependentă de unii factori de mediu. De exemplu, mediul bogat în azot (ioni de NH_4^-) condiționează formarea celulelor exclusiv vegetative, în schimb ionii de Ca favorizează devenirea acestor celule ca gameți.

Anizogamia se întâlnește la specii la care se contopesc gameți flagelați: cei masculini mai mici și cu cei feminini mai mari. Uneori, la gameții feminini flagelii nu sunt funcționali și astfel se ajunge la oogamie.

Oogamia se cunoaște la ***Chlorogonium oogamum***, la care gameții feminini sunt lipsiți complet de flageli. Un gamet feminin iese din celula mamă ca amoeboid și devine ooferă. Celulele vegetative care devin gametociști masculini, dau naștere la 64-128 spermatozoizi biflagelați. Oosfera iese din celula femelă, spermatozoizii roiesc în jurul ei, numai unul se contopește cu aceasta și formează zigotul.

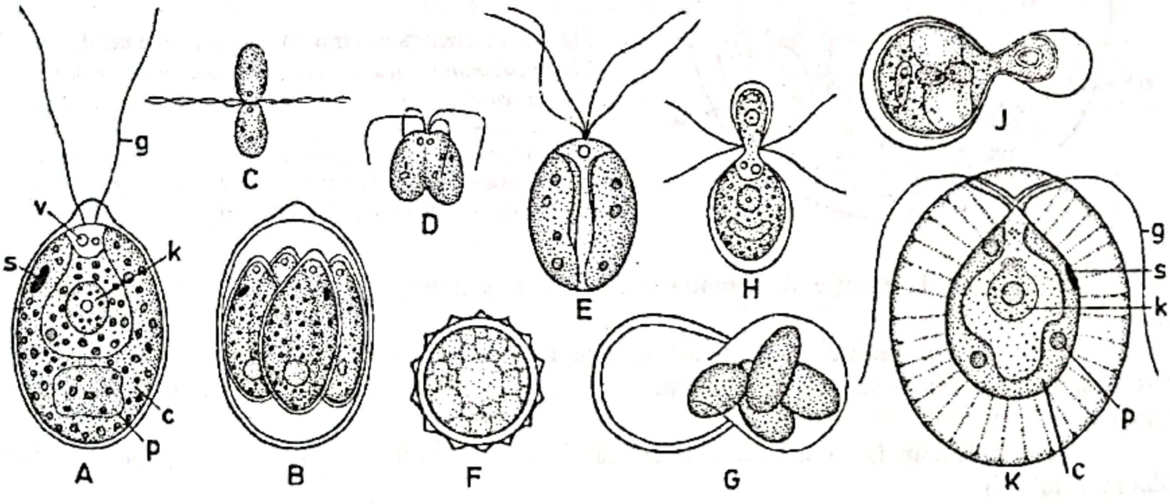


Fig. 130. *Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae*: A – *Chlamydomonas angulosa*; B: 1 – aceeași, cu 4 celule fiice în celula mamă; C, D – *Chlamydomonas botryoides*, împerecherea a doi izogameți; E – *Chlamydomonas paradoxa, zigot*; F – *Chlamydomonas monoica*, cistozigot în repaus; G – *Stephanosphaera pluvialis*, hipnozigot care germinează; H, J – *Chlamydomonas braunii*, împerecherea anizogameților; K – *Haematococcus pluvialis* (celulă învelită într-un strat gros de gelatină): c- cloroplast; g – flagel; k – nucleul celulei; p – pirenoid; s – pata-ochi; v – vacuolă contractilă (A, B- Dill; C-G- după Strehlow; H, I- după Goroschankin; K- după Reichnow, din Strasburger, 1999)

La ***Chlamydomonas coccifera*** reproducerea sexuată este o gameto-gametangiogamie. Întreaga celulă feminină, prin pierderea flegelilor devine oogoniu, cu perete celular şi cu o oosferă. În procesul fertilizării, oosfera părăseşte oogoniul, se contopeşte cu un spermatozoid şi se formează zigotul. La germinarea zigotului are loc meioza şi se formează spori diferiţi genotipic (+ şi – în raport de 1:1). Sporii sunt meiospori. Deoarece meioza este zigotică, ciclul de viaţă este haplontic (singura celulă diploidă este zigotul).

Ch. nivalis produce aşa numita „zăpadă roşie" deoarece, datorită abundenţei de carotenoizi, colorează zăpada, din munţii înalţi şi din Arctica, în roşu.

Haematococcus pluvialis (fig. 130-K) are în celulă conţinut ridicat de carotenoizi şi colorează băltoacele cu apă de ploaie în roşu.

Familia *Volvocaceae*

Spre deosebire de familiile anterioare, volvocaceele încadrează numai specii coloniale. Celulele rezultate în urma diviziunilor longitudinale succesive rămân împreună într-o masă gelatinoasă comună.

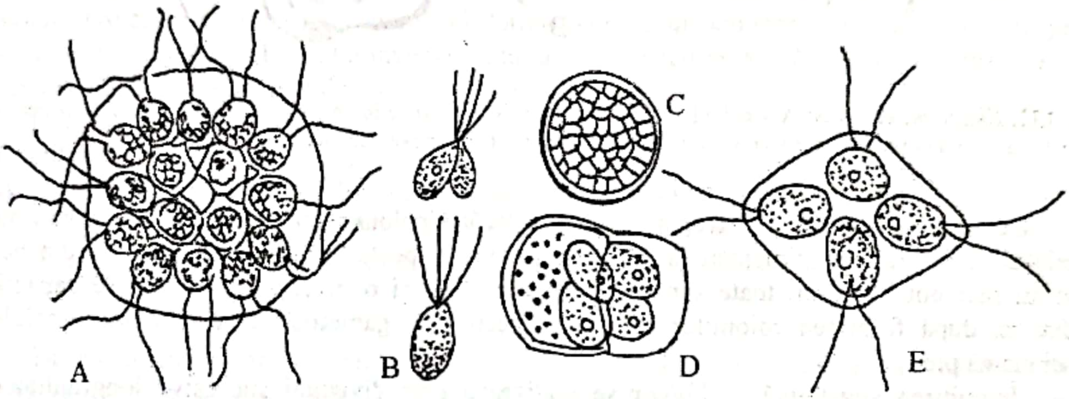


Fig. 131. Reproducerea sexuată la *Gonium pectorale*: A – uniune celulară (colonie); B – copularea gameţilor; C – zigotul; D,E – germinarea zigotului după Gorbunova, din Gorlenko)

La formele primitive (***Gonium, Eudorinella***) (fig. 131) coloniile sunt formate din celule nediferenţiate, asemănătoare între ele, capabile să se înmulţească independent şi chiar să părăsească colonia ducând existenţă de sine stătătoare. Treptat începe să se evidenţieze o diferenţiere morfo-funcţională între celule şi apariţia unei interdependenţe funcţionale între acestea. La alte forme şi mai evoluate, indivizii în cadrul coloniei îşi pierd individualitatea, celulele sunt legate între ele printr-o lamelă pectică mijlocie şi comunică prin intermediul plasmodesmelor (***Volvox***).

La genul ***Oltmannsiella*** patru celule sunt unite împreună într-o masă gelatinoasă alcătuind o colonie plană ca o placă, la care toţi flagelii sunt dispuşi în aceeaşi direcţie. La ***Stephanosphaera*** (fig. 130-G), care trăieşte în băltoace de apă de ploaie, coloniile au aspectul unei coroane, alcătuite din 4, 8, sau 16 celule, cu apendici rigizi pe margine. Cloroplastidele lor posedă , de regulă generală, câte doi pirenoizi.

La genul ***Pandorina***, 16 celule asemănătoare cu ***Chlamydomonas***, formează o colonie ca o sferă, iar la ***Eudorina*** (fig. 132) şi ***Pleodorina***, câte 32 şi respectiv 128 de astfel de celule formează sfere goale. Datorită legăturii dintre celule prin plasmodesme, flagelii tuturor celulelor lovesc sincron apa.

Începând cu *Pandorina*, prin *Eudorina* şi până la *Pleodorina* se poate urmări o diferenţiere polară în direcţia de înot a coloniei. Celulele izolate nu pier la sfârşitul dezvoltării individuale ci se divid sau se consumă în formarea de celule germinative.

Cea mai înaltă organizare cu privire la numărul de celule şi diferenţierea lor morfo-funcţională în cadrul coloniei a fost atinsă la genul *Volvox* (fig. 133). Astfel, la *V. globator* se află până la 16.000 de celule, fiecare cu câte doi flageli, o pată-ochi (stigma) într-un cloroplast. Acestea formează o colonie ca o sferă plină, de câţiva mm în diametru, în centru cu mucilagiu, vizibilă cu ochiul liber. Legătura între celule se realizează prin plasmodesme. Celulele sunt specializate funcţional: cele mai multe servesc numai fotosintezei şi deplasării coloniei. O parte a celulelor, care se află împrăştiate în partea din spate a sferei, sunt specializate pentru reproducere. Polarizarea sferei se realizează şi prin faptul că, la celulele fotosintezei şi mişcării, o dată cu creşterea dimensiunilor celulei are loc o scădere graduală a mărimii stigmei lor în raport cu celelalte celule. Polul anterior al coloniei este stabilit şi după direcţia de înot a acesteia.

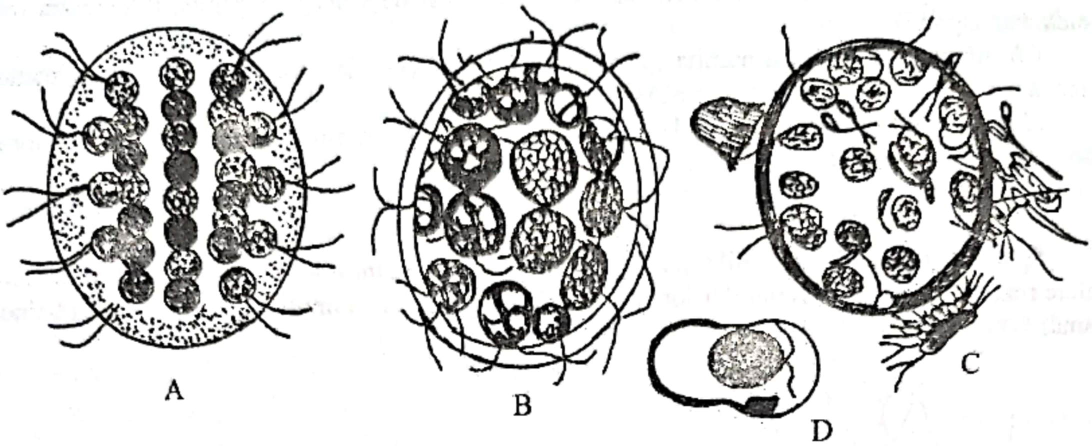


Fig. 132. *Eudorina elegans*: A – colonie; B – formarea coloniilor fiice în coloniile parentale; C – fertilizarea: D – germinarea zigotului (un zoospor viabil şi trei degeneraţi) (după Gorbunova, din Gorlenko)

În concluzie, sfera de *Volvox* este mai mult decât o colonie celulară, o premisă a unui individ pluricelular. Celulele sunt cimentate între ele prin lamela pectică mijlocie şi separate din această uniune nu mai pot îndeplini toate funcţiile. Deoarece numai o parte a celulelor este capabilă de reproducere, după formarea coloniilor fiice şi respectiv ale gameţilor, cele mai multe celule ale coloniei mamă pier.

Înmulţirea vegetativă la *Volvox* se realizează prin diviziuni succesive longitudinale ale celulelor individuale mai mari, din spatele coloniei. Din fiecare astfel de celule se formează câte o sferă (colonie = uniune) fiică în interiorul sferei (coloniei) mamă. După descompunerea individului mamă, sferele fiice devin libere, cresc prin diviziunea celulelor şi formează, la rândul lor, alte colonii fiice.

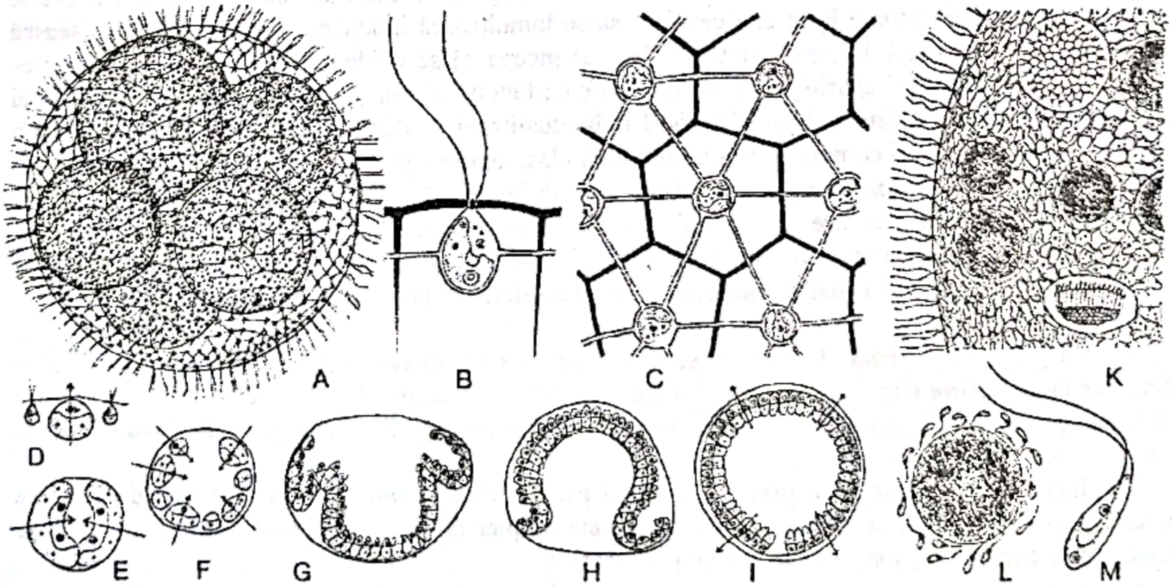


Fig. 133. *Chlorophyceae, Volvocales, Volvox*: A – un individ în care s-au format 6 colonii fiice; B – celulă separată cu plasmodesme care se desfăşoară spre celulele vecine; C – uniuni celulare (colonii) (văzute de sus); D-I – dezvoltarea şi întoarcerea pe dos a unei colonii fiice. K – parte dintr-un individ monoic cu 5 oosfere şi 2 plăci cu spermatozoizi: L – oosferă cu spermatozoizi care roiesc în jurul ei; M – spermatozoid (mort); A-I – *Volvox aureus*; K-L – *Volvox globator* (A- după Klein; B, C- după Janet; D-I- după Zimmermann; K, L- după Cohn; M- după Janet, din Strasburger, 1999)

Reproducerea sexuată are loc la *Eudorina* şi *Vovox* prin oogamie. În interiorul unor celule mai mari, generative, se formează câte 6-8 oosfere de culoare verde, iar din alte celule numeroşi spermatozoizi mici, galbeni. Oosferele părăsesc celulele generative, ajung în apă, unde are loc fertilizarea cu spermatozoizii mobili. *Volvox globator* este monoic, iar *V. aureus* şi *V. carteri* sunt dioice. După fertilizare, zigotul format se înveleşte cu un perete tare şi intră într-o perioadă de repaus. La germinarea lui are loc meioza şi formarea meiozoosporilor haploizi, din care, prin diviziuni mitotice succesive, se formează noi colonii, care mai corect ar trebui denumite ca uniuni de celule interdependente morfologic şi funcţional.

2.2. Ordinul *CHLOROCOCCALES* (= *Protococcales*)

Mediile de viaţă. Chlorococalele cele mai numeroase fac parte din planctonul apelor dulci. Unele forme s-au adaptat vieţii de uscat, pe soluri sau stânci umede, ziduri, coaja arborilor etc. Alga terestră *Spongiochloris* este termorezistentă. În acest ordin sunt cunoscute şi specii simbionte în alcătuirea lichenilor sau ca endocitobionţi în celulele unor animale inferioare, ca de exemplu *Chlorella* în celulele infuzorului *Chlorohydra*.

Ca şi *Volvocales* şi în interiorul chlorococalelor se poate urmări un şir ascendent de la forme unicelulare spre coloniale (uniuni celulare) sub forma unor discuri sau sfere (la *Scenedesmus* respectiv *Pediastrum*). Este valabilă şi situaţia inversă, când la unele specii de *Kirchneriella* se poate interpreta că formele unicelulare au derivat din uniuni celulare pluricelulare.

Celulele, prevăzute cu un nucleu şi cloroplast, sunt lipsite de flageli în stare vegetativă. Chimismul peretelui celular al acestei specii este, în mare parte necunoscut. La specia acvatică Pediastrum, în peretele celular se află înmagazinată silice, iar la speciile terestre sporopolenină.

Celulele pot fi solitare, imobile sau mişcate pasiv de curenţii de apă. Unele specii formează, pornind de la forme unicelulare, uniuni celulare (colonii) cu diferenţiere mai mult sau puţin avansată a celulelor.

Înmulţirea şi reproducerea

Dacă celulele în stare vegetativă sunt imobile, lipsite de flageli, celulele germinative (sporii şi gameţii) la formele acvatice sunt mobile, biflagelate. La speciile terestre sporii sunt imobili (aplanospori).

Gameţii sunt nuzi, biflagelaţi, iar în timpul fertilizării (roirii) se înconjoară cu un perete celular. Reproducerea sexuată (atunci când se află) este o izogamie cu gameţi biflagelaţi (la *Pediastrum*, *Hydrodictyon*), mai rareori o anizogamie.

La germinarea zigoţilor are loc meioza (meioza zigotică) şi formarea meiozoosporilor haploizi. Aceştia, după o scurtă perioadă de înot activ în apă, se transformă în poliedre imobile cu perete rigid la exterior. Abia aceste forme, prin germinare, dau naştere la noi uniuni de agregare (cenobii).

Aplanosporii rezultaţi dintr-o celulă germinativă nu se separă ci se asociază împreună într-un cenobiu, cu număr de celule şi forma caracteristică a acestora pentru fiecare specie. În cadrul cenobiului nu mai au loc diviziuni ulterioare ale celulelor, în afara de cele care duc la formarea gameţilor. Asocierea aplanosporilor poate avea loc după ieşirea acestora din celula mamă într-o masă de gelatină sau chiar în interiorul celulei-mamă.

Astfel, asemănarea cu *Volvocales* este numai la exterior. În timp ce la *Volvocales* coloniile (uniunile celulare) se formează prin diviziuni repetate ale celulelor, la *Chlorococcales* celulele rezultate din celula-mamă pot fi libere în interiorul acesteia sau în masa de gelatină şi abia ulterior se asociază în număr definit, fără să se mai înmulţească. Astfel, la volvocale sunt colonii, la chlorococale-cenobii.

Sistematica. Unii autori repartizează genurile acestui ordin în cinci familii, alţii în 6 sau 7 familii. De aceea se vor prezenta, succint, câteva genuri mai bine cunoscute.

Forme unicelulare, cu celule mobile sau imobile, sferice până la elipsoidale, se întâlnesc la genurile: *Chlorococcum* (cu zoospori); *Oocystis* şi *Chlorella* (cu aplanospori). Cenobii (agregate) caracteristice formează: *Pediastrum*, *Scenedesmus* ş.a.

Chlorococcum humicolum (fig. 134 A-G) este alga unicelulară, cu celule sferice, care trăiesc pe sol umed. Celula, învelită într-un perete poliglucidic impregnat cu sporopoleină ca şi la *Chlorella*, prezintă un nucleu, un cromatofor campanulat în care se află un pirenoid, stigmă. Înmulţirea asexuată se face prin zoospori flagelaţi, iar reproducerea sexuată prin izogameţi.

Chlorella vulgaris (fig. 134 H-J) este tot o algă unicelulară de formă sferică, ce trăieşte pe sol umed dar şi în ape dulci. Spre deosebire de specia precedentă, celula nu prezintă stigmă. Se înmulţeşte asexuat prin aplanospori, care se formează până la opt într-o celulă. Nu se cunoaşte reproducerea sexuată la această algă, care a fost mult studiată de I. Grinţescu.

Alga ***Scenedesmus***, larg răspândită în ape dulci, formează agregate de celule, legate între ele în şir transversal. Mai cunoscute şi mult cercetate sunt speciile *S. caudatus*, care prezintă câte două prelungiri la capătul fiecărei celule marginale şi *S. acutus* lipsite de aceste prelungiri la agregatele din câte patru celule. *S. falcatus* se prezintă ca un agregat din 8 celule. *S. quadricauda* (fig. 136) trăieşte ca endocitobiont în celulele unui spongier.

Alga ***Pediastrum*** (fig. 135), de asemenea, frecventă în ape dulci, formează cenobii mai complexe, sub forma unor tăbliţe plane bidemensionale (din 16-128) care plutesc liber în apă şi se aseamănă cu cele de ***Gonium***. Agregatul de celule (cenobiul) de la ***Coelastrum*** este construit tridimensional, ca o sferă goală la interior.

La ***Hydrodictyon*** (Reţeaua apei) (fig. 134 M-Q), algă de apă dulce, care pluteşte liber în apă, celulele cilindrice se alătură prin capetele lor, câte 3-4, şi formează hexagoane, care angrenate mai multe împreună, alcătuiesc agregate în formă de sac, lungi de până la 1-2 m, cu numeroase celule în forma unei reţele, cu multe ochiuri, goală la interior. Această reţea pluteşte liber, la suprafaţa apelor dulci stătătoare.

Formele fosile de *Pediastrum* (cu silice în peretele celular) au fost descrise din Permian şi Triasic, încât sunt considerate printre cele mai vechi celule eucariote descoperite.

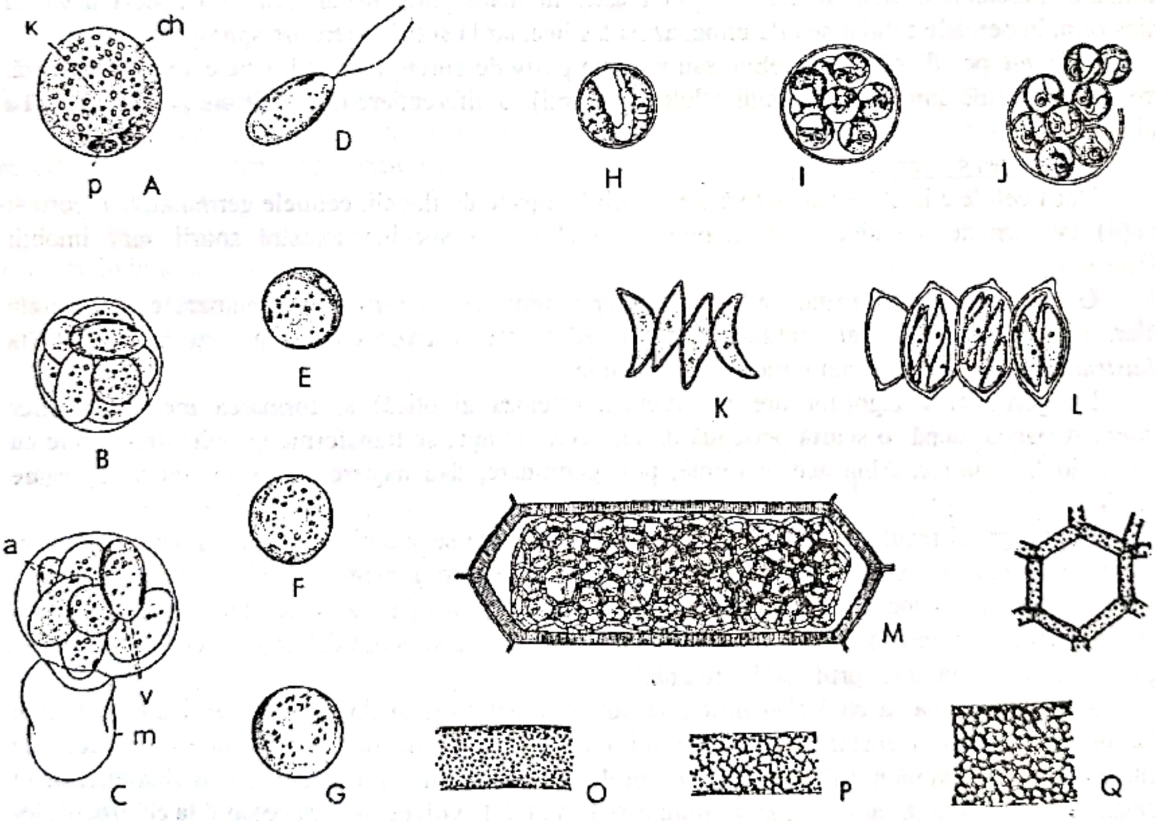


Fig. 134. *Chlorophyceae, Chlorococcales*: A-G – *Chlorococcum sp.*: A – Celulă vegetativă cu cloroplast în formă de cupă, numai în faţă puţin deschis (ch) cu pirenoid (p); k – nucleul care abia se întrezăreşte; B – diviziunea în 8 celule fiice; C – eliberarea zoosporilor (a – pata ochi; V – vacuole contractile)printr-o evaginare a stratului interior al membranei celulei mamă (m), care se umflă mai târziu; D – zoospor liber cu flageli apicali egali ca lungime; E – zoospor în repaus, la care pata ochi şi vacuola sunt încă prezente; F, G – dezvoltarea zoosporului cu pierderea petei ochi şi a vacuolelor; H-J – *Chlorella vulgaris*: H – celulă vegetativă; I, J – diviziunea celulei cu opt aplanospori; K, L – *Scenedesmus acutus*; K –agregate celulare (cenobiu) din 4 celule; L – diviziunea acestora; M-Q – *Hydrodictyon utriculatum*: M – reţea tânără într-o celulă a reţelei mamă; N – ochi al reţelei tinere; O – parte a unei celule mai bătrâne cu zoospori; P, Q – ordonarea zoosporilor într-o reţea nouă în protoplastul parietal (A-G- după Pascher; H-J- după Grinţescu; K, L- după Senn; M, N- după Klebs; O-Q- Harper, din Strasburger, 1999)

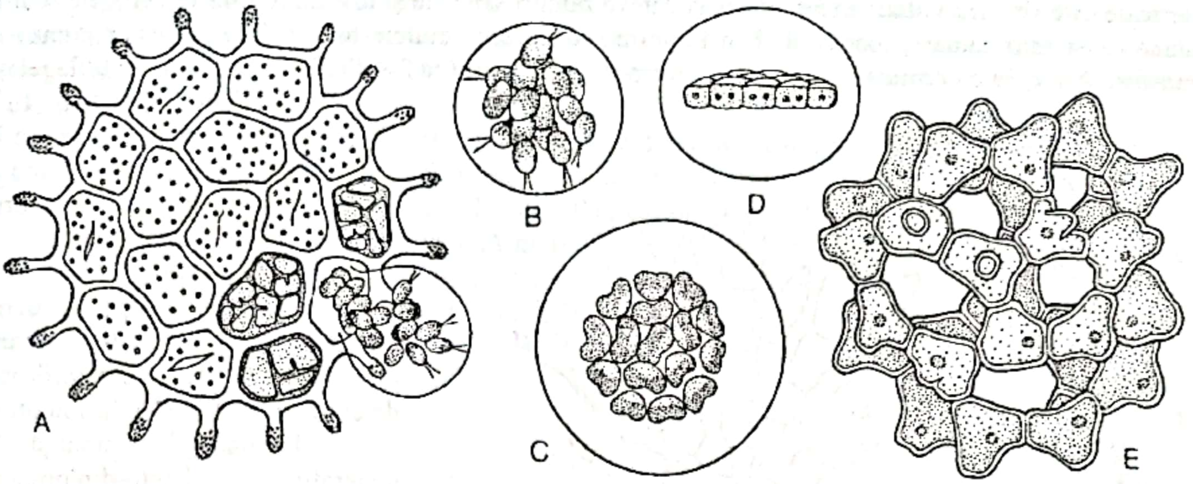


Fig. 135. *Chlorophyceae, Chlorococcales*: *Pediastrum granulatum*: A – agregat celular (cenobiu) în formă de disc, golit până la puţine celule, dintre care trei sunt în diviziune, a patra celulă eiberează 16 spori; B – zoospori în vezicula desprinsă din a 4-a celulă; C – patru ore şi ½ h mai târziu; agregarea într-un cenobiu din 16 indivizi fii; D – aceeaşi, văzută lateral (A-D- după Braun, modificat; E- după Senn, din Strasburger, 1999)

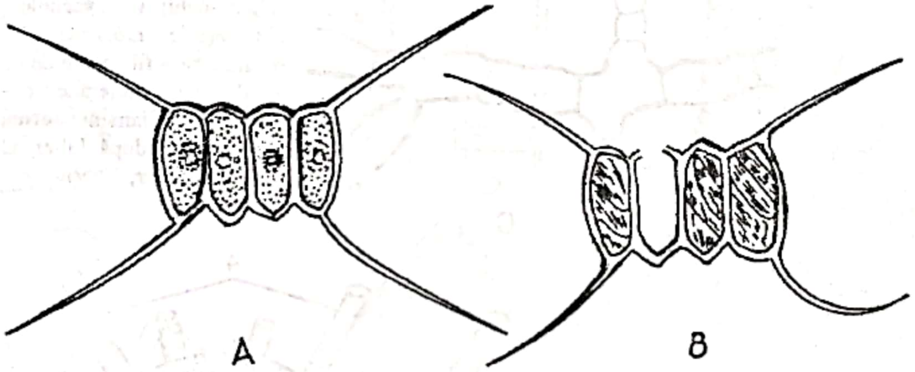


Fig. 136. *Scenedesmus quadricauda*: cenobiu (A) şi formarea unui nou agragat celulare (cenobiu tânăr) (după Gorbunova, din Gorlenko)

2.3. Ordinul *CHAETOPHORALES*

(gr. chaeto-setos, cu peri rigizi, -phor, phorus- a purta)

Reprezentanţii sunt forme heterotrichale, alcătuite din două părţi: o „talpă” formată din filamente ramificate, dar dispuse plan pe substrat, şi din filamente, mai mult sau mai puţin ramificate, dispuse vertical faţă de „talpă”, pe care se formează organele de reproducere. La unele genuri această alcătuire trichală a talului este mai greu de recunoscut.

Celulele lor sunt monoenergide şi cu un cloroplast .

Cele mai multe specii, ca de exemplu ale genurilor *Chaetophora, Stigeoclonium* sunt epifite pe alge sau alte plante acvatice de apă dulce.

Reproducerea sexuată, în măsura în care este prezentă, poate fi o izogamie, o anizogamie sau o oogamie.

Genul tip ***Chaetophora*** formează ramificaţii laterale, care se termină în vârfuri ascuţite, sub formă de peri rigizi, alcătuţi din celule moarte. Se cunosc şi forme cenobiale, la care într-o masă gelatinoasă se află mai mulţi indivizi. Formele cenobiale, semiglobuloase sau de altă formă, se întâlnesc în lacuri, fixate pe pietre şi mai cu seamă pe plante superioare de apă.

La genul ***Aphanochaete*** sistemul de ramuri verticale este alcătuit numai din sete, iar la genul ***Chaetonema***, ramurile sunt scurte şi terminate într-o setă lungă unicelulară.

La genul ***Stigeoclonium*** (fig. 137 A, B) sistemul de ramificaţii prostrate („talpa”) şi filamentele verticale se dezvoltă în corelaţie inversă. La formele cu sistemul prostrat bine dezvoltat (până la forma de disc, deoarece filamentele sunt apropiate unele de altele) sistemul de ramuri verticale este slab dezvoltat, uneori redus la câteva ramuri sau sete şi invers. Ramurile verticale scurte, denumite şi asimilatoare, joacă rol şi în înmulţire, deoarece celulele terminale ale acestor ramuri se transformă în celule germinative, în care se formează zoospori (cu 2-4 flageli) dar şi gameţi biflagelaţi.

La ***Fritschiella*** (fig. 137-C) cu specii terestre (răspândite în India, Japonia, Africa) are loc o diferenţiere funcţională în cadrul talului, într-o parte bazală, din şiruri de celule care pătrund în sol, de pe care pornesc rizoizi cu rol absorbant şi o parte aeriană alcătuită din filamente ramificate, de culoare verde, cu rol asimilator.

Prezintă o alternanţă de generaţii haplo-diplobiontă izomorfă.

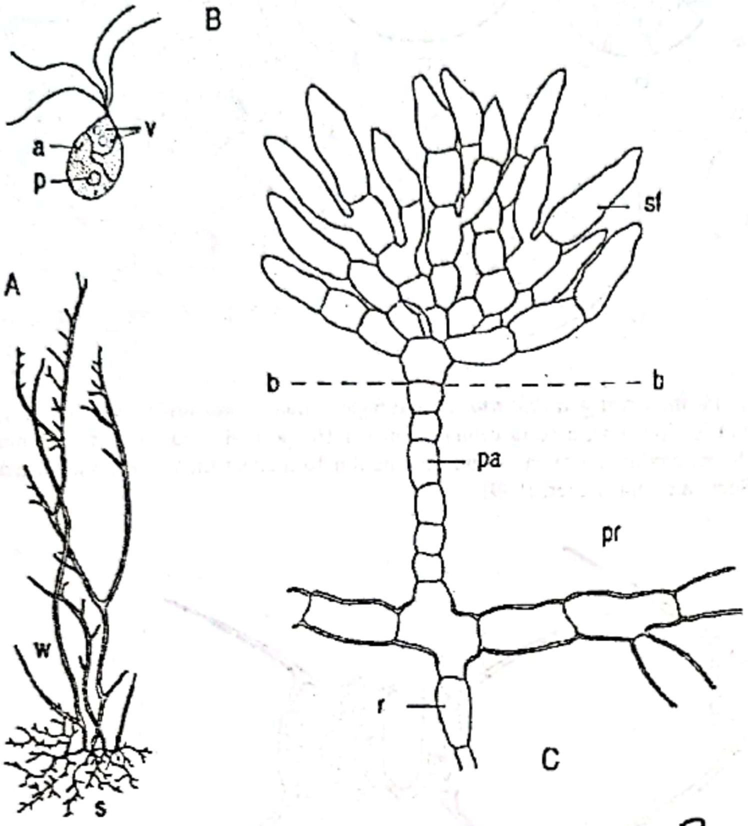


Fig. 137. *Chlorophyceae, Chaetophorales*: A – *Stigeoclonium tenue*: s – talpa; w – filamente în apă; B – *S. subspinosum* – zoospor: p – pirenoid; a – pata-ochi; v – vacuole pulsatile; C – *Fritschiella tuberosa*: b – suprafaţa solului; pa – filamente de celule drepte; pr – filamente subterane; r – rizoid; st – smocuri de filamente secundare (A- după J. Huber; B- după Juller; C- după Singh, din Strasburger, 1999)

2.4. Ordinul *OEDOGONIALES*

Reprezentanţii sunt forme de apă dulce cu organizare trichală a talului. Filamentele pluricelulare ale talului, de cele mai multe ori, sunt neramificate. Celulele, cu un nucleu, conţin un cromatofor străpuns în formă de grătar, situat parietal şi cu numeroşi pirenoizi. În celulă se află, de asemenea, o vacuolă pulsatilă mare.

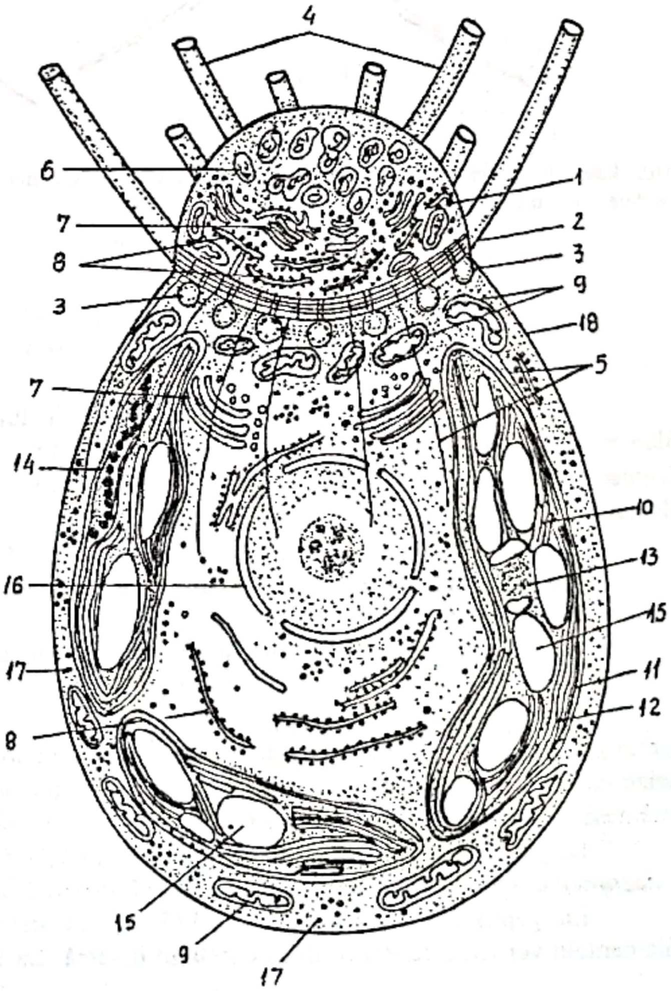


Fig. 138. Structura electronomicroscopică a zoosporului de la *Oedogonium*: 1 – partea apicală a zosporului; 2 – inelul fibros; 3 – bazele flagelilor; 4 – flagelii; 5 – rădăcinile flagelilor; 6 – vezicule cu substanţă mucozitară; 7 – dictiozomi; 8 – RE; 9 – mitocondriile; 10 – cromatoforul; 11 –membrana cromatoforului; 12 – tilacoidele; 13 – pirenoidul: 14 – stigma; 15 – granule de amidon; 16 – nucleul; 17 – ribozomii; 18 – pelicula citoplasmatică (după Gorbunova, din Gorlenko)

Ciclul ontogenetic este haplontic.

Asexuat se înmulțesc prin zoospori. Zoosporii, relativ mari, rezultă câte unul dintr-o celulă a filamentului. Caracteristica structurală a acestora o reprezintă o coroană subapicală de flageli numeroși, nearanjați în perechi (fig. 138). Astfel de zoospori, nemaiîntâlniți la alte alge, poartă numele de zoospori stefanoconți.

După o perioadă activă de înot, zoosporul se fixează cu polul anterior de substrat, aruncă flagelii și abia atunci, prin germinare, formează un filament al algei.

Reproducerea sexuată. Alte celule ale filamentului se umflă în formă de butoi și devin oogonii, în care se formează câte o oosferă mare. Pe alte porțiuni ale filamentului aceluiași individ (monoic) sau ale altuia (dioic), în celulele care rămân relativ mici, se formează, de regulă generală, câte doi spermatozoizi galbeni, asemănători cu zoosporii, dar mai mici.

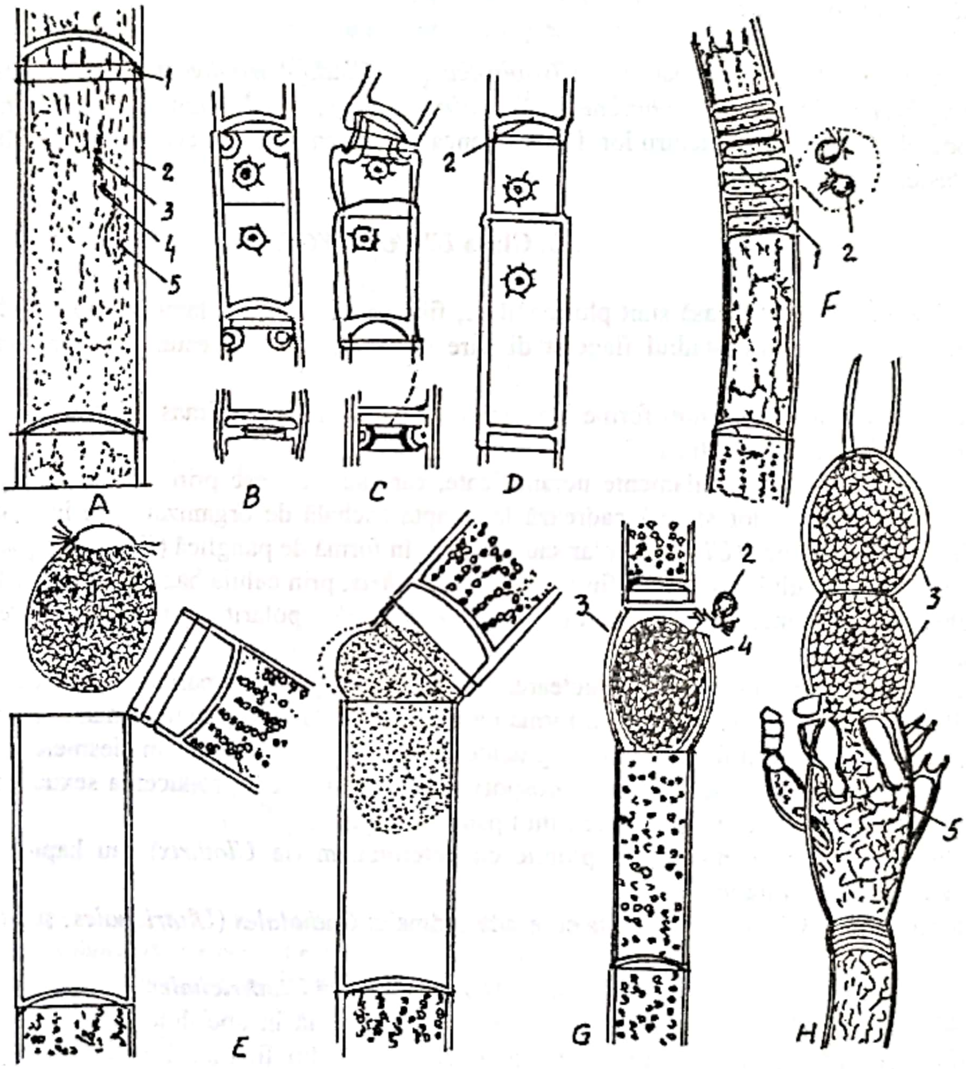


Fig. 139. *Chlorophyceae, Oedogonium*: schema structurii talului la microscopul optic: A – structura celulei (1 – calota; 2 – peretele celular; 3 – cloroplastul; 4 – pirenoizi; 5 – nucleul); B,C,D – diviziunea celulei și formarea inelului (1) și a calotei (2); E – ieșirea zoosporului; F – filamentul cu gametociști (1) și spermatozoizi (2): G – oosfera (3) și un spermatozoid stefanocont (2); H – tal cu oogonii (3) și nanandri (5) (după Gorbunova, din Gorlenko)

La speciile dioice există un dimorfism sexual caracteristic. Astfel, la formele numite androsporice, spermatogoniile se dezvoltă pe taluri pitice mascule, în timp ce oogoniile pe taluri obișnuite. Talurile pitice mascule își au începutul în niște spori speciali numiți androzoospori. Aceștia se formează în celule asemănătoare gametangiilor masculini, în locul spermatozoizilor. Androsporii sunt ademeniți chemotactic de oogonii, se fixează pe acestea sau pe celulele vecine oogoniilor și prin germinare dau naștere la plantule din două trei celule numite nanandri (soțiori pitici). Aceștia se fixează pe oogonii sau în apropierea acestora, pe filamentele de tal. Celulele din vârful acestor taluri funcționează ca spermatogonii și dau naștere la câte doi spermatozoizi capabili de fertilizare.

Concomitenta maturare a oogoniilor cu spermatozoizii este condusă de hormoni secretați de nanadri. Printr-un orificiu terminal al oogoniilor pătrund spermatozoizii, ademeniți chemotactic, și fertilizează oosfera. După fertilizare, în interiorul oogoniului se dezvoltă un hipnozigot, cu perete tare, de culoare roșie, care intră într-o perioadă de repaus. La germinare are loc meioza zigotică, rezultă patru meiospori haploizi mari, care prin germinare dau naștere la noi filamente.

Divizarea și alungirea celulelor separate, unică în felul ei, este precedată de formarea de „calote" (caschete) la capatele de sus ale celulelor. Acestea sunt determinate de diviziunea nucleului, când la capătul de sus, din resturi ale peretelui celular, se formează calote, alcătuite în cea mai mare parte din fracțiunea amorfă, elastică, a peretelui celular.

Reprezentanți: genul ***Oedogonium*** (fig. 139), algă dulcicolă, cu răspândire cosmopolită, prezintă zoosporii stefanoconți cei mai voluminoși, cu circa 120 flageli; genul ***Bulbochaete***, cu zoospori ceva mai mici, cu 39-47 flageli. Spermatozoizii de *Oedogonium* au circa 30 de flageli, iar cei de la *Bulbochaete* 6-9 flageli.

La clasele următoare: *Ulvophyceae, Cladophorophyceae, Bryopsidophyceae, Dasycladophyceae, Trentepohliophyceae* și *Pleurastrophyceae*, flagelii sunt aranjați în formă de cruce după modelul 11:5, al ultrastructurii lor. De asemenea, formarea pereților celulari are loc, în parte, prin fragmoplaste.

9.3. Clasa *ULVOPHYCEAE*

Algele din această clasă sunt pluricelulare, filamentoase, cu tal lamelar sau cilindric, mai rar unicelulare cocale (la care stadiul flagelat dispare de timpuriu). Totdeauna acestea sunt fixate de substrat.

Cele mai numeroase sunt forme acvatice de apă marină sau salmastră, mai rar de apă dulce (Ulotrix) sau chiar forme terestre.

Talurile constau din filamente neramificate, care se alungesc prin diviziunea transversală a multor sau tuturor celulelor și se încadrează la treapta trichală de organizare. Se întâlnește și talul lamelar în formă de frunză (*Ulva*), tubular sau aplatizat în formă de panglică (*Enteromorpha*).

Polaritatea talului este clar definită la genul *Ulothrix*, prin celula bazală rizoidală, fără culoare și incapabilă de diviziune. La alte genuri (*Ulva, Enteromorpha*) polaritatea talului este greu de pus în evidență.

Celulele acestor alge sunt uninucleare, cu un cloroplast dispus parietal. Forma cloroplastului este de cilindru închis sau deschis, sau în forma unei plăci încovoiate, cu unul sa mai mulți pirenoizi.

Pereții celulari sunt formați din poliglucide, iar în septuri lipsesc plasmodesmele.

Înmulțirea asexuată se face prin zoospori tetraflagelați, iar reproducerea sexuată prin gameți cu doi flageli. În stare vegetativă celulele sunt lipsite de flageli.

Ciclul ontogenetic poate fi haplontic cu heterotalism (la *Ulothrix*) sau haplo-diplontic cu generații izomorfe heterotalice (*Ulva*).

Sistematica. Clasa *Ulvophyceae* cuprinde ordinele: *Codiolales* (*Ulotrichales*) și *Ulvales*.

3.1. Ordinul *CODIOLALES* (= *Ulothrichales*)

Alga tip ***Ulothrix zonata*** (fig. 140 A-K) este frecventă în ape dulci din zona temperată și anume râuri cu apă repede curgătoare. Prezintă tal alcătuit din filamente neramificate, care cresc intercalar. Este fixat totdeauna de pietre sau stânci din apă printr-o celulă bazală rizoidală, incoloră. Celelalte celule ale filamentului conțin câte un nucleu, un cloroplast în formă de panglică, situat parietal, ca un inel deschis într-o parte.

În afara celulei rizoidale, celelalte celule servesc atât pentru înmulțirea asexuată cât și pentru reproducerea sexuată.

Înmulțirea asexuată se realizează prin mitospori haploizi cu câte patru flageli. Ei sunt prevăzuți cu câte o pată-ochi (stigma) și un cloroplast situat parietal. O celulă a talului devine celulă mamă sporogenă (sporocist) și în aceasta se formează, în urma mitozei, 16 (-32) zoospori tetraflagelați, care se eliberează printr-un orificiu lateral, apărut în peretele celulei mamă. După o fază de roire, zoosporii își pierd flagelii și pata-ochi, germinează și dau naștere la noi filamente haploide, polarizate.

Reproducerea sexuată. Tot din celule vegetative ale talului, în condiții de viață nefavorabile, se formează un număr mai mare de izogameți asemănători cu zoosporii, dar mai mici și numai cu doi flageli egali. Aceştia sunt diferiţi genotipic (+ şi -), deoarece provin de pe taluri diferite (heterotalism). Din contopirea lor în perechi se formează zogoţii, la început cu patru flageli. Un zigot, după o perioadă de mişcare pierde flagelii, se rotunjeşte, se înconjoară cu un perete gros şi devine cistozigot, colorat în roşu datorită carotenoizilor.

Cistozigotul intră într-o perioadă de repaus şi în urma meiozei dă naştere la 4 (-16) meiospori haploizi. Aceştia prin germinare dau naştere la filamente haploide cu diferenţiere granotipică (+ şi -), după cum s-a arătat mai înainte.

Ulothrix este, deci, o algă haplontică, la care schimbarea fazei nucleului este zigotică. Zigotul, care formează un apendice în formă de coadă, este interpretat ca un sporofit subdezvoltat.

Codiolum este o algă marină, la care zigotul se dezvoltă ca o băşicuţă independentă, care pătrunde în carapacele de calcar ale animalelor marine.

3.2. Ordinul *ULVALES*

Ordinul cuprinde genurile ***Ulva*** şi ***Enteromorpha*** care cresc în apă marină sau salmastră.

Ulva lactuca (Salata de mare) (fig. 140-L) şi ***U. latissima*** se întâlnesc şi în Marea Neagră, fixate pe stâncile de pe ţărm. La acestea talul este lamelar, mare, parenchimatos, de forma unei frunze mari, din două straturi de celule.

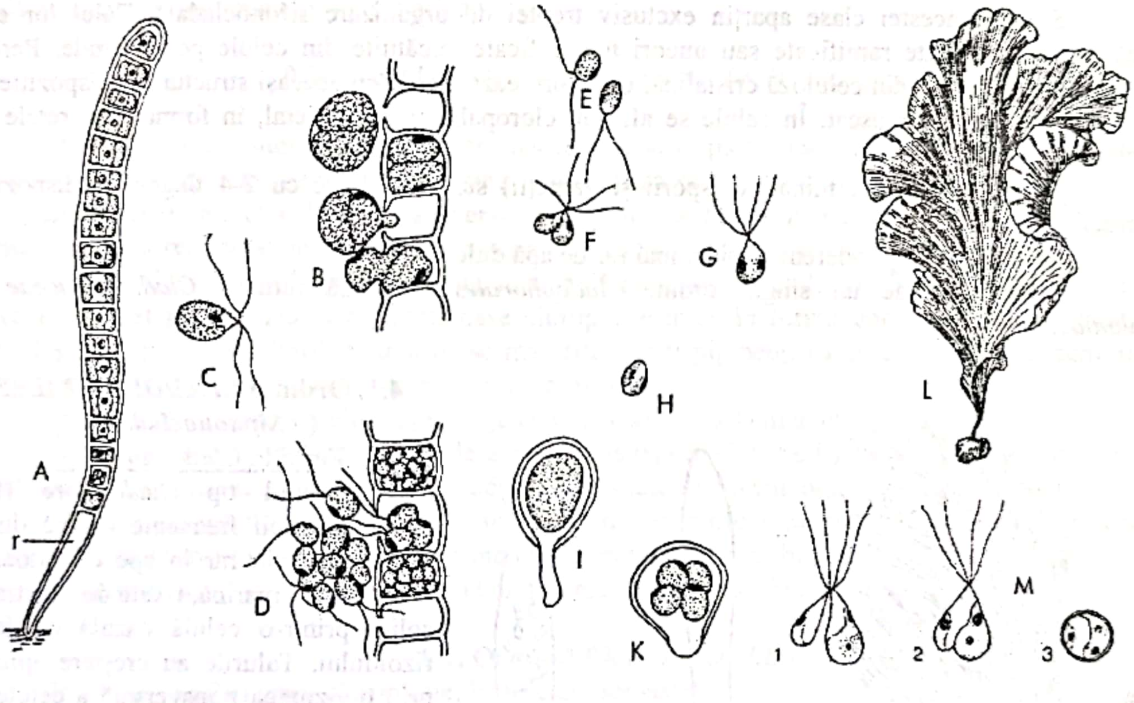


Fig. 140. *Ulvophyceae*: A-K – *Ulothrix zonata*: A – filament tânăr cu celula rizoid (r); B – porţiune de filament cu zoospori, care se formează câte doi în fiecare celulă şi ies în afară; C – mitozoospor izolat cu 4 flageli; D – formarea şi eliberarea gameţilor, mai mici, cu câte 2 flageli, dintr-o porţiune de filament; E – gameţi; F – împerecherea acestora; G-H – zigot; I – zigot care germinează după perioada de repaus; K – formarea meiozoosporilor în zigot; L – *Ulva lactuca* pe o piatră; celule marginale fără culoare datorită ieşirii zoosporilor; M – *Enteromorpha intestinalis*: 1, 2, 3 - împerecherea gameţilor şi formarea zigotului (A-K- după Dodel; L- după Kuckuck; M- după Kylin, din Strasburger, 1999)

Ciclul de viaţă este haplo-diplontic. Generaţiile sunt izomorfe, cu aceeaşi durată în timp. Gametofiţii prezintă o diferenţiere genotipică (+ şi -). Gameţii sunt egali ca formă şi dimensiuni (izogameţi) dar diferiţi genotipic (+ şi -), cu flageli cu dispunere apicală încrucişată. Reproducerea sexuată este, deci, o izogamie.

Zigoţii formaţi germinează imediat, asemănător ca la multe alge marine, datorită condiţiilor favorabile persistente, în raport cu apa dulce, mult mai variabilă. Din germinarea zigotului rezultă un sporofit diploid, asemănător morfologic cu gametofitul. Pe sporofit, în sporocişti se formează zoospori cu patru flageli. La formarea lor are loc meioza şi determinarea genotipică (+ şi -). Din zoosporii haploizi se formează din nou gametofiţi haploizi, diferiţi sexual (heterotalism).

Atât formarea gametofitului cât şi a sporofitului este precedată de naşterea unui pregermene (preembrion) filamentos, care prin diviziuni longitudinale ale celulelor dă naştere talului parenchimatos, de forma unei frunze.

Enteromorpha este, de asemenea, o algă marină de ţărm, dar ocazional apare şi în ape dulci sau salmastre. Talul ei este tubular sau aplatizat în formă de panglică, alcătuită dintr-un singur rând de celule.

Deosebirea faţă de ***Ulva*** este dată de reproducerea sexuată prin anizogamie. Pe gametofiţii diferiţi genotipic se formează două tipuri de gameţi: masculini, mai mici şi cu o plastidă galben-verzuie şi feminini, mai mari, cu o plastidă verde.

În lacurile sărate de la noi dar şi în Marea Neagră se află ***Enteromorpha intestinalis*** (fig. 140-M) care este aruncată, deseori împreună cu *Ulva lactuca*, pe plaja mării.

Ord. *ACROSIPHONALES* are o poziţie sistematică nesigură. Genurile ***Spongomorpha*** şi ***Urospora*** prezintă taluri filamentoase împletite ca o pâslă. Pereţii celulari prezintă o celuloză de tip diferit faţă de Cladophorophyceae (care urmează) dar şi faţă de plantele terestre.

9.4. Clasa *CLADOPHOROPHYCEAE*

Speciile acestei clase aparţin exclusiv treptei de organizare sifonocladală. Talul lor este alcătuit din filamente ramificate sau uneori neramificate, alcătuite din celule polienergide. Pereţii celulari sunt alcătuiţi din celuloză cristalină, care formează fibrile cu aceeaşi structură şi dispoziţie ca şi la plantele verzi de uscat. În celule se află un cloropalst situat parietal, în forma unei reţele cu numeroşi pirenoizi.

Numai celulele germinative (sporii şi gameţii) sunt prevăzute cu 2-4 flageli cu dispoziţie încrucişată (11:5).

Sunt specii preponderent marine, mai rar de apă dulce.

Clasa cuprinde un singur ordin: *Cladophorales* cu două familii: *Cladophoraceae* şi *Valoniaceae*.

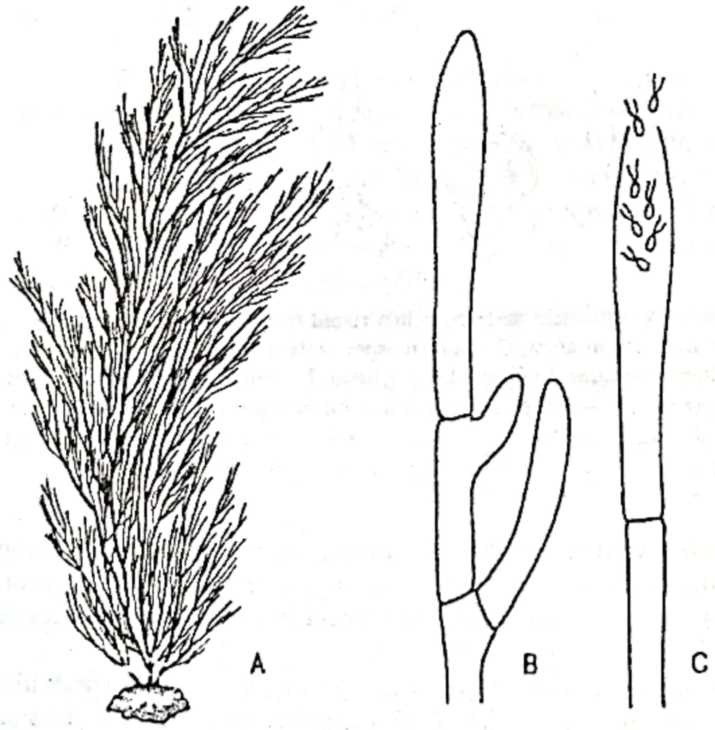


Fig. 141. *Cladophoraceae*, *Cladophora*: A – habitusul algei fixate pe un suport; B – ramificaţia talului; C – gametangiul (gametocist) cu gameţi (după Oltmanns, din Strasburger, 1999)

4.1. Ordinul *CLADOPHORALES*
(= *Siphonocladales*)

Familia *Cladophoraceae*

Genul tip ***Cladophora*** (fig. 141) cu specii frecvente în apă dulce stătătoare (mai rar în ape curgătoare), dar şi în apă marină, fixate de substratul solid, printr-o celulă bazală de felul rizoidului. Talurile au creştere apicală prin diviziunea transversală a celulelor şi se ramifică.

Ramificarea talului are loc prin răsfrângerea în afară a unei celule din axul central, de fiecare dată sub un perete transversal format centripetal. Ramificaţiile continuă creşterea prin apariţia unui perete de demarcaţie, în unghi ascuţit, la celula din axa longitudinală a talului.

Ciclul de viaţă. La speciile marine de *Cladophora* se întâlneşte alternanţa de generaţii izomorfe. Sunt haplodiplobiontice.

Înmulţirea asexuată se realizează prin meiospori cu patru flageli (la speciile de apă dulce cu numai doi flageli). Aceştia se formează în celulele de la capetele ramurilor devenite sporociste. La formarea lor are loc meioza şi diferenţierea genotipică, formându-se meiozoospori + şi -. Din aceştia, prin germinare, iau naştere taluri gametofitice masculine şi feminine (heterotalism).

Reproducerea sexuată este o izogamie. În celule asemănătoare cu sporociştii, de la capetele filamentelor, devenite gametocişti, se formează izogameţi + şi – (diferenţiaţi genotipic). Zigotul format, după o fază de repaus, germinează şi dă naştere unui tal diploid, asemănător cu gametofiţii, care reprezintă sporofitul diploid.

La *Cladophora glomerata* (specie de apă dulce), după unele opinii ciclul de viaţă este diplontic, cu meioza gametică, iar zoosporii diploizi dau naştere la taluri diploide care reprezintă alga propriu-zisă. În bălţi, iazuri etc. talurile fixate de substrat, se desprind şi se formează îngrămădiri de filamente de culoare verzuie, aspre la pipăit.

Genul ***Siphonocladus*** se întâlneşte în ape marine.

Familia *Valoniaceae*

Genul ***Valonia*** (fig. 142-D) prezintă un tal pseudoparenchimatic pluricelular. Celulele conţin mai mulţi nuclei, numeroşi cloroplaşti dispuşi parietal şi o vacuolă mare. Speciile de Valonia cresc în mări tropicale şi subtropicale şi se fixează de substrat cu ajutorul rizoizilor. Sunt larg utilizate în laboratoare pentru studii de permeabilitate celulară şi a peretelui celular, a acumulării substanţelor în celulă precum şi a fenomenelor bioelectrice.

9.5. Clasa *BRYOPSIDOPHYCEAE* (= *SIPHONEAE*)

Algele sifonale sunt răspândite mai ales în mările tropicale calde, în forme extraordinar de variate. Celulele lor, în forma unor tuburi lungi, nu prezintă septuri, ci numai nişte microtubuli interni care menţin forma celulelor. Pereţii transversali (septurile) se formează numai la extremităţile talului sifonal când apar rezervoarele în care se formează celulele germinative (sporii şi gameţii).

Aceste alge aparţin la treapta de organizare sifonală, adică celule sub forma unor tuburi lungi cu un protoplast polienergid şi cu numeroase cloroplaste mici, în forma unor discuri. În alcătuirea cloroplaştilor , pe lângă clorofile (*a* şi *b*) se mai află şi alţi pigmenţi caracteristici clasei, cum ar fi sifonoxantinul şi sifononeina, ca şi alţi pigmenţi accesorii.

În alcătuirea peretelui celular, pe lângă celuloză, se mai află mananul şi xilanul.

Înmulţirea şi reproducerea. Celulele germinative (sporii şi gameţii) au doi, patru sau mai mulţi flageli, cu aranjare încrucişată (11: 5). Reproducerea sexuată este o anizogamie, mai rar izogamia.

Ciclul ontogenetic este preponderent haplontic, în parte însă şi o schimbare de generaţii heteromorfe, cu sporofit slab dicariotic-diploid (A. Bresinsky, in Strasburger, 1999).

Sistematica. Clasa se divide în două ordine mai importante: *Bryopsidales* şi *Halimedales*.

5.1. Ordinul *BRYOPSIDALES*

În celule se află numai cloroplaste, lipsesc amiloplastele.

Ordinul încadrează două familii: *Bryopisidaceae* şi *Codiaceae*.

Familia *Bryopsidaceae*

Genul ***Bryopsis*** prezintă un tal cu alcătuire caracteristică. La bază se află tuburi târâtoare, puţin ramificate, fixate de substrat. De pe acestea pornesc ramuri erecte, groase, penat-ramificate la vârf. Ramificaţiile pot să se ramifice tot penat, o dată sau de două ori, în acelaşi plan, încât alga are aspectul unui arbore cu ax central şi ramificaţii penate.

Peretele celular al gametofiţilor este alcătuit preponderent din xilan, iar cel al zigotului din manane.

Ciclul de viaţă este haplontic, cu meioza zigotică.

B. plumosa se află şi în Marea Neagră, fixată pe stânci. Reproducerea sexuată este o anizogamie cu microgameţi şi megagameţi.

Derbesia-Halicystis (fig. 142-E, F) reprezintă cele două generaţii S_{2n} şi G_n ale unei singure alge, care cresc pe coastele europene ale Atlanticului.

Sporofitul ***Derbesia*** are forma unui tub ramificat, de până la 10 cm înălţime, pe care se formează sporociste, de forma unui ou. Acestea sunt la început dicariotice şi apoi diploide. În sporocistele diploide are loc meioza şi se formează meiozoosporii prevăzuţi cu o coroană de flageli (stefanoconţi).

Meiozoosporii stefanoconți eliberați în apă se mișcă (roiesc) o perioadă de timp și apoi se fixează de substrat. Ei dezvoltă ulterior niște vezicule de circa 1 cm înălțime, care reprezintă gametofiții, complet deosebiți ca formă și dimensiuni față de sporofit. Acești gametofiți au fost considerați ca o algă nouă și au fost denumiți ***Halicystis*** (= gametofit de *Derbesia*).

Ciclul de viață cuprinde o alternanță de generații heteromorfe cu o promovare slabă a sporofitului dicariotic-diploid.

Familia *Codiaceae*

Genul ***Codium*** (fig. 142-C) prezintă talul alcătuit dintr-o împletitură de tuburi ramificate fără pereți transversali (septuri), lungi de mai mulți metri. Peretele celular este alcătuit din manane.

Ciclul de viață este heterofazic cu predominarea accentuată a sporofitului diploid. *C. elongatum* este o algă marină comestibilă.

5.2. Ordinul *HALIMEDALES*

La speciile acestui ordin celulele conțin atât cloroplaste cât și amiloplaste, în care se acumulează amidonul. Ordinul cuprinde o singură familie: *Caulerpaceae.*

Familia *Caulerpaceae*

Genul ***Caulerpa*** este bogat în specii, larg răspândite în mările calde. ***C. prolifera*** (fig. 142-A) se află și în partea de sud a Mării Negre. Talul prezintă o diferențiere morfologică în cauloid târâtor, de până la 1m lungime; de pe acesta pornesc rizoizi, care o fixează de substrat și în sus lobi verzi de tal (filoizi), care pot atinge câțiva decimetri lungime. Întreaga algă este o celulă uriașă cu numeroși nuclei, care este sprijinită în interior de microtubuli de felul grinzilor, ramificați de mai multe ori. Nu este sigur dacă la formarea gameților are loc meioza. Gameții sunt puși în libertate sub forma unor nori verzi, după care plantele golite pier.

Genul ***Halimeda*** (fig. 142-B) răspândit în mările calde, prezintă elemente succesive de tal (filiozi), verticale (întărite cu calcar), încât alga seamănă cu un cactus.

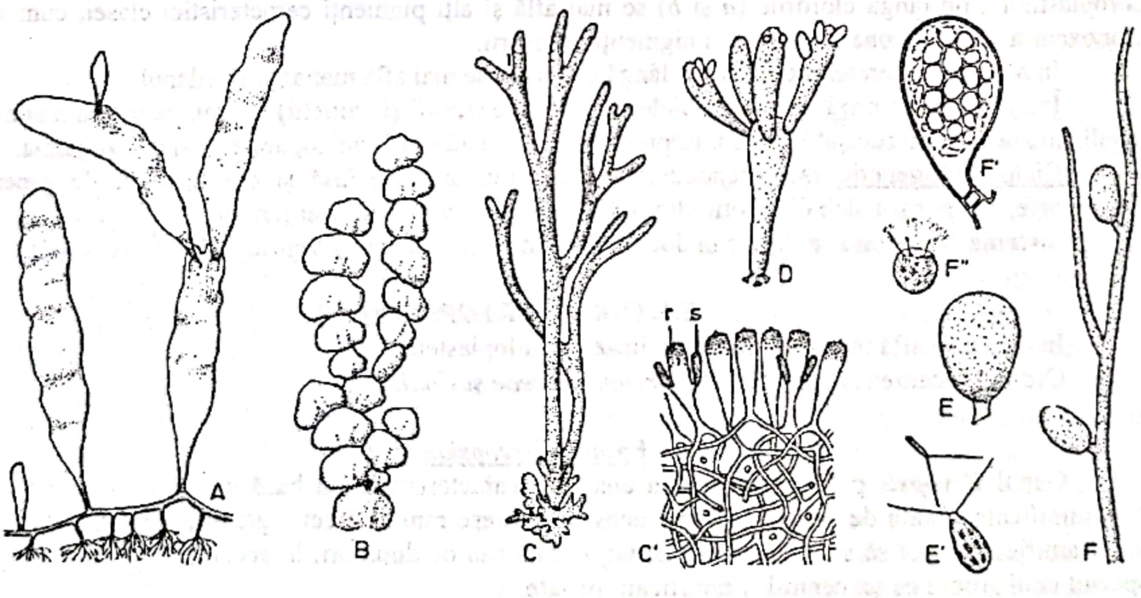


Fig. 142. *Bryopsidophyceae*: A-B – *Halimedales*: A – *Caulerpa prolifera* – talul; B – *Halimeda tuna* – talul; C-F – Bryopsidales: C – *Codium tomentosum* – talul și C' – secțiune transversală prin tal: r – tub al scoarței; s – gametangii; D – *Valonia utricularis* (încadrată uneori la *Cladophorales*) – talul; E – *Derbesia marina* („*Halicystis ovalis*") (A- după Schenck; B- după Oltmanns; C și C'- după Mägdefrau; D- după Schmitz; E, E', F'- după Kuckuck; F- după Harder; F''- după Davis, din Strasburger, 1999)

9.6. Clasa *DASYCLADOPHYCEAE*

(gr. dasys- des păros; -klados- ramificațiile talului)

Cuprinde un singur ordin cu două familii.

6.1. Ordinul *DASYCLADALES*

Ordinul cuprinde două familii: *Acetabulariaceae* și *Dasycladaceae*.

Sunt separate de *Siphoneae*- le tipice prin simetria radiară a talului şi prezenţa, pe celulele talului, a unor apendici sub forma unor peri, care după cădere lasă cicatrice. Sunt specii exclusiv marine.

Talul se compune dintr-un ax central – *cauloidul*, fixat de substrat prin rizoizi şi din ramuri laterale, dispuse verticilat, care pornesc din cauloid. Acestea pot fi simple sau ramificate şi se termină adesea cu un gametange.

Familia *Acetabulariaceae*

Genul ***Acetabularia*** este cunoscut, îndeosebi, ca obiect de cercetare morfogenetică.

Talul tânăr constă dintr-o parte cilindrică sifonală – cauloidul, de 3-5 cm (uneori până la 18 cm) înălţime, care se fixează de substrat printr-un rizoid ramificat. La vârf, mai întâi se dezvoltă verticile de ramuri sterile, atât deasupra cât şi dedesubtul umbreluţei. Spre sfârşitul ciclului vital se formează verticilul fertil, alcătuit din gametangi. La *A. mediteranea* (fig. 143-C), gametangii concresc prin pereţii lor laterali şi alcătuiesc o umbrelă, dând algei un aspect de ciupercă cu pălărie şi picior. Razele umbrelei (gametangii) la început comunică cu cavitatea cauloidului. Până în acest moment, *Acetabularia* reprezintă un organism unicelular. Unicul „nucleu primar" (mare de circa 70 µ) rămâne în rizoid mult timp neschimbat. După formarea umbrelei, nucleul primar se divide în numeroşi „nuclei secundari" haploizi (peste 10.000), care sunt transportaţi de curenţii citoplasmatici prin cauloid spre gametangii. Aici nucleii iniţiază formarea cistelor cu pereţi celulari tari. După descompunerea umbrelei, cistele devin libere şi printr-un căpăcel pun în libertate gameţii egali, biflagelaţi (izogameţi). Zigotul rezultat din fuzionarea a doi izogameţi se dezvoltă şi dă naştere la un nou tal diploid.

După o ipoteză mai veche, la formarea nucleilor secundari are loc meioza şi deci ciclul ontogenetic este diplontic (cu schimbarea fazei nucleului gametică). Cercetările mai recente au arătat că *Acetabularia* nu este diplontică, deoarece, se pare că nucleul primar este haploid. Aproape întreg ciclul de viaţă la *Acetabularia* este monocelular şi mononuclear, cu locul nucleului primar strict determinat în rizoid. Datorită acestui fapt, *Acetabularia* a devenit obiect ideal de studiu (şi datorită mărimii celulei!) privind relaţiile dintre nucleu şi citoplasmă în celula vie. Nucleul poate fi scos din celulă, spălat în soluţie de zaharoză şi implantat din nou în celulă, fără a-şi pierde viabilitatea.

Familia *Dasycladaceae*

Dasycladus clavaeformis este alga tip, răspândită în Marea Mediterană. Axa principală a talului are aspect de veziculă neramificată, cu lungimea de până la 5 m, fixată de substratul stâncos prin rozoizi. De pe axă pornesc verticile de ramuri laterale, formând adevărate tufărişuri dese. Straturile externe de celule se impregnează puternic cu $CaCo_3$, încât după pieirea talului rămâne un tub de calcar găurit. Datorită acestui fapt, aceste alge, foarte bogat reprezentate odinioară (120 de genuri, dintre care astăzi mai sunt cunoscute numai 10 genuri) au jucat un rol important în formarea rocilor calcaroase şi s-au fosilizat încă din Cambrian. ***Cymopolia barbata*** (fig. 143 A-B).

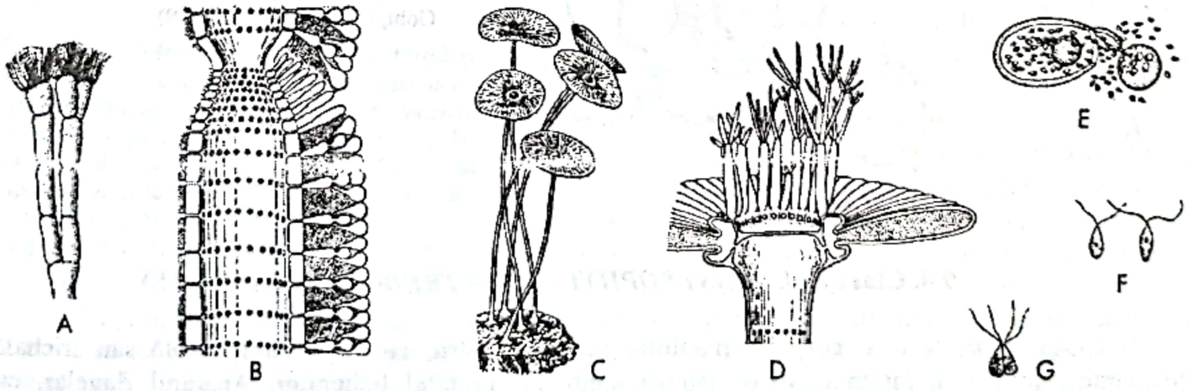


Fig. 143. *Dasycladophyceae*: A – *Cymopolia barbata*, partea superioară a unei alge; B – aceeaşi în secţiune longitudinală prin tal punctat: manta de calcar; C-G – *Acetabularia mediterranea*: C – taluri adulte; D – secţiune longitudinală prin umbreluţă: sus cu coroana de lăstari sterili, jos cu cicatrice de la vetibul cu lăstari sterili căzuţi; E – cistă deschisă, din care se eliberează gameţii; F – gameţi; G – împerecherea gameţilor (A, B- după Solms-Laubach; C, D- Oltmanns; E-G- după De Bary şi Strasburger, din Strasburger, 1999)

9.7. Clasa *TRENTEPOHLIOPHYCEAE*

Speciile încadrate aici sunt alge adaptate mediului aerian terestru, epifite pe scoarța arborilor sau pe stânci, dar și forme simbionte în alcătuirea talului lichenilor. Ca adaptare la mediul aerian terestru, la aceste alge peretele celular este impregnat cu sporopolenină, o substanță foarte rezistentă la uscăciunea atmosferică și la degradarea prin diferite enzime.

Talul filamentos este deseori heterotrichal, alcătuit din filamente târâtoare, dar și erecte, toate ramificate. Celulele sunt mononucleate.

În construcția heterotrichală a talului, reprezentanții acestei clase amintesc de ***Chaetophorales*** (din Cl. *Chlorophyceae*).

Genul ***Trentepohlia*** (fig. 144 C-E) cu specii care intră frecvent în alcătuirea talului lichenilor ca simbioți, dar răspândite și pe stânci umede. *T. **aurea*** se întâlnește ca algă liberă pe stânci calcaroase. *T. **iolithus*** are miros de viorele. Se întâlnește pe roci silicioase, pe coaja arborilor, iar în zone tropicale și pe frunzele pieloase ale unor arbori.

Adaptarea la viața de uscat se manifestă prin aceea că sporocistele, cu zoosporii pe care îi conțin, sunt aruncate adesea ca un întreg.

Celulele mobile pentru înmulțire și reproducere, prevăzute cu doi flageli, pot funcționa atât ca zoospori cât și ca gameți.

Pleurococcus (fig. 144 A, B) cu specii terestre, care alcătuiesc învelișuri verzi pe coaja arborilor sau pe stânci. La aceste specii nici nu se mai formează celulele germinative mobile. Se înmulțesc numai asexuat, prin aplanospori.

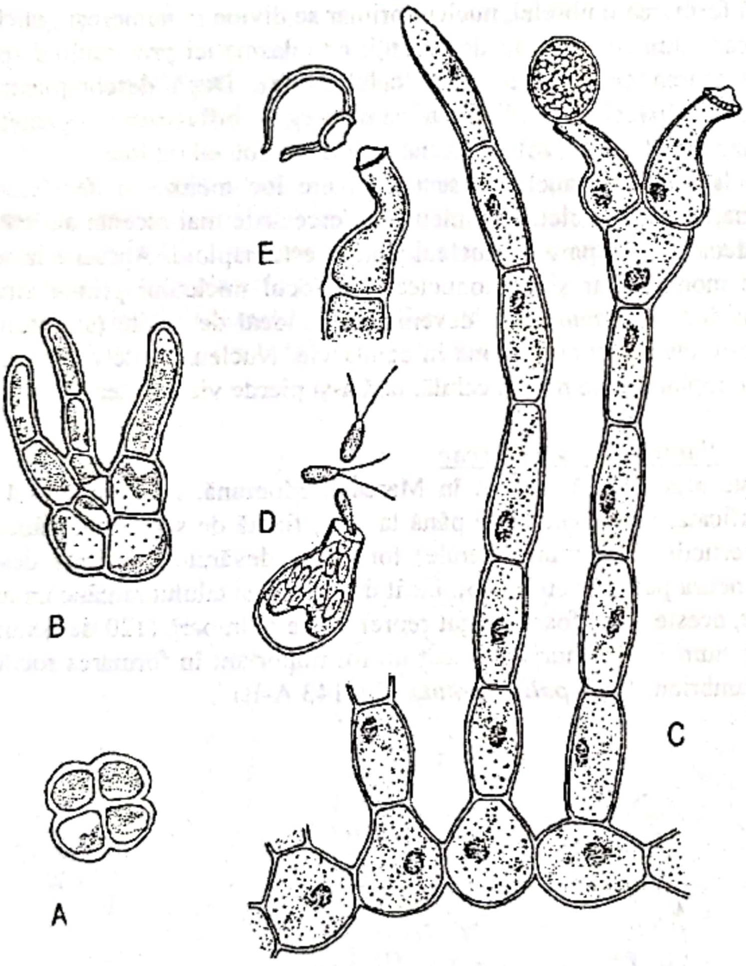


Fig. 144. *Trentepohliphyceae*: A, B – *Pleurococcus naegelii*; C – E – *Trentepohlia*: C – *T. aurea* – porțiune a unui filament târâtor cu filamente verticale (la o terminație de vârf cu o celulă terminală transformată în zoosporocist, iar la cealaltă sporocistul a căzut); D – *T. umbrina* – zoosporocist care eliberează zoospori; E – *T. umbrina* – desprinderea sporocistului căzut (A, B- după Chodat; C- după K.J Meyer; D- după Karsten; E- după Gobi, din Strasburger, 1999)

9.8. Clasa *PLEURASTROPHYCEAE* (= *TREBOUXIOPHYCEAE*)

Clasa cuprinde alge adaptate mediului aerian terestru, cu organizare cocală sau trichală (filamente ramificate), întâlnite libere sau ca simbionți în talul lichenilor. Aparatul flagelar, cu corpurile bazale care se suprapun (aranjare 11:5) reprezintă particularitățile acestei clase.

Două sunt familiile mai importante din această clasă: *Trebouxiaceae* și *Prasiolaceae*.

Familia *Trebouxiaceae*

Genul ***Trebouxia*** încadrează mai multe specii de alge coccale, frecvent întâlnite ca simbionți în talul lichenilor.

Familia *Prasiolaceae*

Prasiola stipitata are cu un ciclu de viaţă specific. Pe sporofitul în formă de frunză se formează gametofitul mai mic, dependent de acesta toată viaţa.

În clasele care urmează: *Klebsormidophyceae* şi *Charophyceae*, flagelii sunt prezenţi la celulele germinative, dar fixaţi unilateral, iar la *Zygnematophyceae* flagelii lipsesc în toate stadiile de dezvoltare.

Pereţii transversali, la diviziunea celulară, sunt construiţi ca fragmoplaşti.

9.9. Clasa *KLEBSORMIDOPHYCEAE*

Alge cocale până la trichale (cu filamente simple sau ramificate), cu pereţii celulari alcătuiţi din celuloză cu aranjare fibrilară.

La exteriorul celulelor germinative se află depus material organic sub formă de romburi.

Se întâlnesc în apă dulce şi în spaţii aeriene.

Sistematica. Clasa cuprinde două ordine: *Klebsormidales* (cu genul *Klebsormidium*) cu forme cocale sau din filamente ramificate şi *Coleochaetales*, numai cu forme trichale.

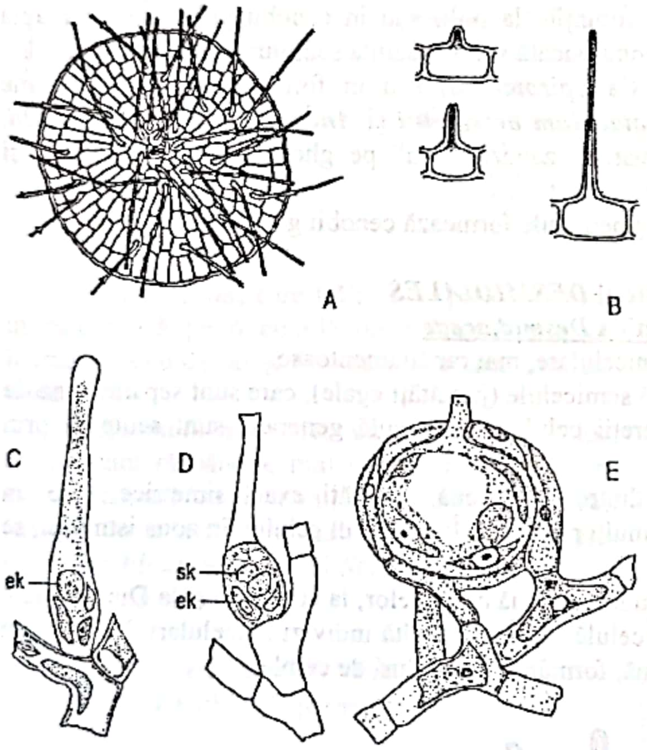


Fig. 145. *Coleochaetales, Klebsormidiophyceae*: A – *Coleochaete scutata* – talpa; B – *Aphanochaete repens* – dezvoltarea unui păr cu teacă; C-E – *Coleochaete pulvinata*; C – oogoniu puţin înainte de deschidere; D – fertilizarea oogoniului: ek – nucleul oosferei; sk – nucleul spermatozoidului; E – zigotul înconjurat de filamente învelitoare, având aspect de „corp-fruct" (A- după M. Jost; B- după J. Huber; C-E- după Oltmanns, din Strasburger, 1999)

9.1. Ordinul *COLEOCHAETALES*

Genul cel mai cunoscut este *Coleochaete* (fig. 145 A, C).

Sunt alge trichale, alcătuite din filamente ramificate, dar şi heterotrichale cu „talpa" (perniţa) bazală de pe care pornesc filamente verticale. În vârful filamentelor se află nişte prelungiri ca nişte peri. Sunt considerate clorofite evoluate datorită reproducerii prin oogamie superioară, deoarece oosfera nu părăseşte oogoniul. Oogoniul are formă de sticlă de lampă fără culoare, care se prelungeşte cu un gât, care la vârf se deschide printr-un orificiu, prin care intră spermatozoizii incolori şi cu doi flageli.

După fertilizare, zigotul sferic rămâne în oogoniu, se măreşte şi din celula lui dar şi din celulele învecinate pornesc filamente care îl înconjoară de jur împrejur. În final, învelit într-un strat de plectenchim, devine fruct-zigot ce intră într-o perioadă de repaus. Peretele zigotului se impregnează cu sporopolenină şi compuşi de felul ligninei, care îi sporesc rezistenţa la uscăciune şi la distrugerea prin microbi.

La germinarea acestei structuri de durată nu iau naştere direct meiospori, ci mai întâi 16-32 celule haploide, care ulterior, fiecare, se transformă în câte un zoospor haploid.

Împreună cu *Charophyceae*- le, coleochetalele sunt considerate algele verzi cele mai apropiate ca înrudire cu plantele verzi de uscat. Caracterul flagelilor inseraţi unilateral alătură aceste alge de *Bryophyta* şi *Pteridophyta*. Acest caracter, pe lângă alte particularităţi ale lor, cum ar fi zigoţii protejaţi impotriva uscăciunii şi distrugerii prin sporopolenină şi compuşi analogi ligninei, învelişul de filamente interpretat ca începutul unui embrion, fragmoplastul şi celuloza fibrilară de tip concordant cu plantele terestre reprezintă argumente pentru considerarea acestor alge ca noduri filogenetice din care au derivat plantele inferioare terestre şi anume briofitele şi pteridofitele.

9.10. Clasa *ZYGNEMATOPHYCEAE* (= *CONJUGATAE*)

Alge verzi la care celulele germinative (sporii sau gameții) nu prezintă flageli (*Akontae*).

Reproducerea sexuată are loc prin formarea unui canal de conjugare între două celule de la filamente diferite sau de la celule diferite genotipic, prin care două protoplaste nude, la fel conformate, se contopesc într-un zigot. Zigotul, după o lungă perioadă de repaus, germinează cu meioză. Schimbarea fazei nucleului este zigotică (meioza zigotică) și rezultă astfel nuclei haploizi.

Zygnematophyceae- le sunt, deci, haplonți puri, care s-au dezvoltat în treapta cocală și cea trichală. Formele trichale sunt alcătuite din filamente neramificate, care se descompun ușor în celule izolate.

Celulele sunt prevăzute cu câte un nucleu situat central.

Conjugatele sunt reprezentate prin 50 de genuri cu circa 4.000-6.000 specii bentonice, în parte și planctonice, aproape numai în ape dulci.

Sistematica. Cei mai mulți autori recunosc trei ordine (cu câte o familie): *Mesotaeniales, Desmidiales și Zygnematales.*

10.1. Ordinul *MESOTAENIALES*

Familia *Mesotaeniaceae*

Alge unicelulare, de obicei cilindrice, rotunjite la poli, sau în cenobii gelatinoase (treapta cocală). Peretele celular este alcătuit dintr-o singură bucată și nu prezintă sculpturi pe suprafața sa.

Cloroplastul este în formă de șurub (la ***Spirotaenia***) sau în formă de stea în secțiune transversală (la ***Cylindrocystis, Netrium***). ***Mesotaenium berrgrenii*** și ***Ancylonema nordenskioeldii***, ambele cu suc celular roșu, participă la formarea „zăpezii roșii" pe ghețarii Alpilor, Arcticii și Antarcticii.

Alte specii trăiesc în turbării sau pe sol umed unde formează cenobii gelatinoase.

10.2. Ordinul *DESMIDIALES*

Familia *Desmidiaceae*

Familia încadrează câteva mii de alge unicelulare, mai rar filamentoase.

Celula este compusă totdeauna din două semicelule (jumătăți egale), care sunt separate una de alta printr-o sutură sau o îngustare (istm). Pereții celulari, de regulă generală, sunt sculptați prin substanțe cu fier, care le dau culoare gălbuie.

Interiorul celulei conține, în fiecare dintre cele două jumătăți exact simetrice, câte un cloroplast mare dispus central, cu unul sau mai mulți pirenoizi. În mijlocul celulei, în zona istmului, se află nucleul.

Înmulțirea vegetativă are loc prin diviziunea în două a celulelor, la care - ca și la Diatomeae – trebuie completată câte o jumătate de perete de celulă. În final rezultă indivizi unicelulari. La anumite genuri, celulele fiice rămân totuși legate împreună, formându-se lanțuri de celule.

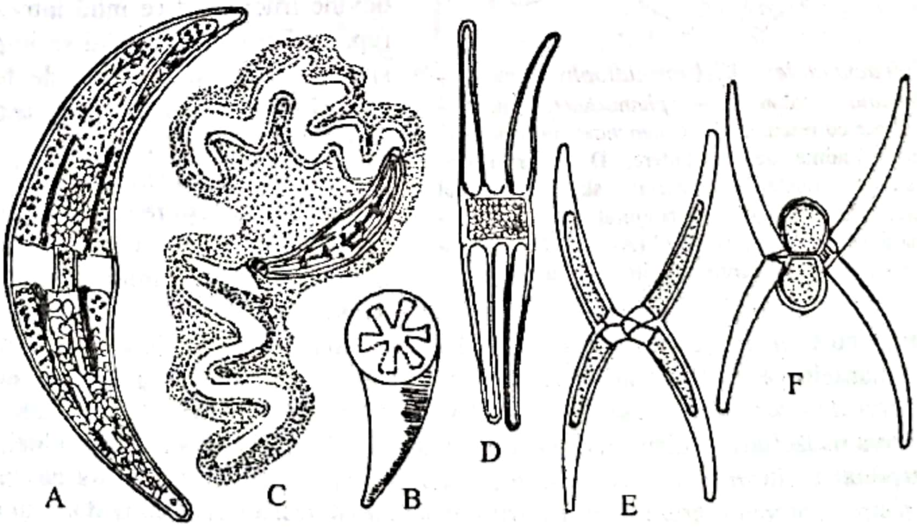


Fig. 146. *Desmidiales, Closterium*: A – forma celulei; B – secțiune transversală în celulă; C – eliminarea substanțelor mucilaginoase prin polii terminali ai celulei; D – conjugarea; E, F – formarea a doi zigoți (după Gorbunova, din Gorlenko)

Reproducerea sexuată. Două celule diferite genotipic se aşează una lângă alta şi se înconjoară cu o masă gelatinoasă. După aceea, peretele celular se deschide la mijloc, protoplastele ies ca gameţi nuzi prin tubul de conjugare şi formează zigotul. Peretele zigotului este, de obicei, prevăzut cu ţepi şi poartă numele de hipnozigot. După o perioadă de repaus, hipnozigotul ajuns la maturare germinează cu meioză şi dă naştere la patru nuclei haploizi. Doi dintre aceştia se resorb şi în final rămân numai doi „embrioni” haploizi.

Desmidiaceae- le (= Alge ornament) sunt cele mai graţioase alge şi sunt foarte variate în conformaţia lor. Au formă de semilună (la ***Closterium***) (fig. 146), formă de biscuit (***Cosmarium***) până la formă de stea (la ***Micrasterias*** – 2n = 200 (fig. 147-A). La capetele celulelor de ***Euastrum*** (fig. 147-B) se află crestături, iar la ***Staurastrum*** muchii frontale.

La ***Closterium*** (fig. 146), la ambele capete ale celulei, se află vacuole cu cristale de gips, care se găsesc într-o mişcare browniană vioaie. Prin porii, destul de mari, de la vârfurile celulei se elimină succesiv substanţa mucilaginoasă, încât celula se mişcă rostogolindu-se.

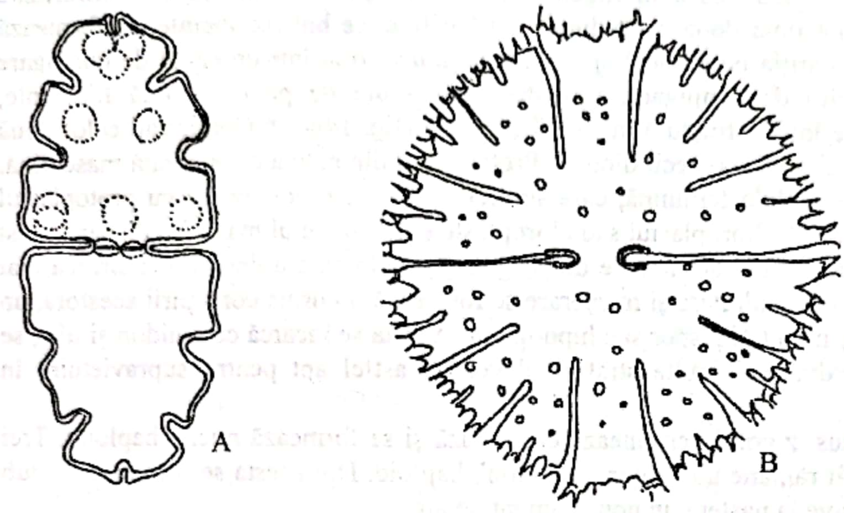


Fig. 147. *Microasterias* (A) şi *Euastrum* (B) (după Gorbunova, din Gorlenko)

Oocardium, care trăieşte în pâraie bogate în calcar, stă pe o coardă de gelatină, care se încrustează cu calcar şi formează aşa zisul „tuf de oocardii”.

Desmidiaceae- le, cu numeroasele lor specii, sunt răspândite mai ales în ape sărace în substanţe nutritive şi cu valoare scăzută a pH- ului (de ex. în mlaştini de turbă). Unele specii ale genurilor ***Pleurotaenium*** şi ***Staurastrum*** trăiesc şi în ape alcaline.

10.3. Ordinul *ZYGNEMATALES*
Familia *Zygnemataceae*

Speciile încadrate aici sunt alge verzi cu trepte de organizare trichală (filamente neramificate).

Genul ***Spirogyra*** (Mătasea broaştei) (fig. 148) cu numeroase specii, ce apar frecvent primăvara în ape stagnante, sub formă de filamente galben-verzui, ce plutesc liber în apă.

Filamentele cresc în lungime intercalar, prin întindere şi diviziune laterală a tuturor celulelor. Acestea nu posedă nici un fel de polaritate, toate celulele fiind de valoare egală.

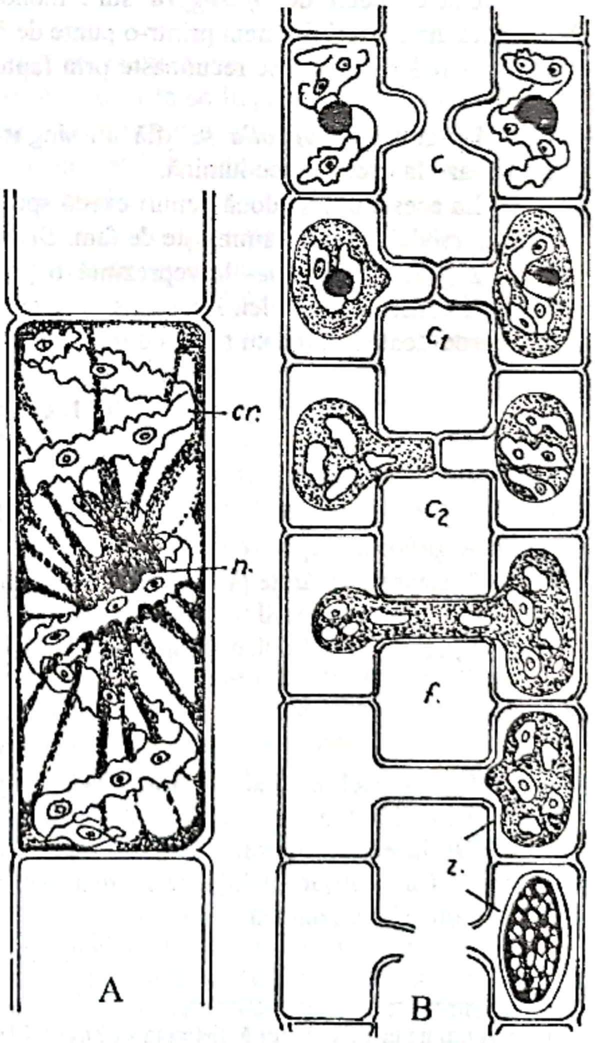


Fig. 148. *Spirogyra*. A – forma celulei; B – conjugarea (gametangia) scalariformă şi formarea zigotului; C-C_2 – faze succesive ale copulării celor două celule prin intermediul canalului de conjugare; f – fertilizarea; z – zigotul; cr – cromatofor; n – nucleu (după Buia et al.)

Pereţii celulari sunt alcătuiţi din celuloză, sunt netezi, fără pori şi formează la suprafaţă mucilagii, din care cauză filamentele sunt lunecoase la pipăit.

Mitozele sunt intranucleare. Peretele transversal se formează centripet, ca un sept care creşte de la exterior spre interior şi suplimentar ca o placă celulară ce se transformă în fragmoplast.

Prin pereţii transversali intercelulari, filamentele de algă se pot descompune în fragmente parţiale din una sau mai multe celule, care servesc înmulţirii vegetative.

În celule, nucleul este situat central şi este atârnat prin fire de citoplasmă, într-o vacuolă mare. Alături de nucleu se află unul sau mai mulţi cromatofori, în formă de panglică răsucită în spirală spre stânga, dispuşi parietal. Pe cromatofori se află pirenoizi.

Înmulţirea asexuată prin spori nu este cunoscută.

Reproducerea sexuată se realizează în modul următor. Două filamente la fel conformate morfologic se aşează paralel. La linia de contact dintre două celule, se boltesc înainte, se formează mameloane, care apoi, prin dispariţia pereţilor despărţitori, se transformă într-un canal de conjugare (de copulare). Punţile (canalele) de conjugare, formate între celule de pe cele două filamente, transformă filamentele alăturate într-o structură în formă de scară (fig. 148-B). Conţinutul celor două celule funcţionează ca gametangii + şi – (specii dioice). Protoplastul din celula considerată masculină, trece ca „gamet călător" nud, în celula feminină, care se află vis-a-vis, se contopesc cu protoplastul acesteia denumit „gamet în repaus". Cloroplastul sau cloroplastele din gametul masculin dispar. Acest mod de reproducere mai este cunoscut sub numele de conjugare, de la care a derivat denumirea mai veche a clasei: *Conjugatae*. Prin deshidratare şi micşorare se formează, în urma contopirii acestora, un zigot care intră în repaus şi este numit zigospor sau hipnozigot. Acesta se încarcă cu amidon şi ulei, se înconjoară cu un perete gros din mai multe straturi, devenind astfel apt pentru supravieţuire în perioade nefavorabile.

După perioada de repaus, zigotul germinează cu meioză şi se formează nuclei haploizi. Trei dintre aceştia degenerează, încât rămâne un singur „embrion" haploid. Din acesta se formează un tub şi prin diviziuni celulare succesive ia naştere un nou filament de algă.

Unele specii de ***Spirogyra*** sunt monoice. La acestea se contopesc protoplaştii celulelor învecinate din acelaşi filament printr-o punte de fertilizare laterală.

Genul ***Zygnema*** se recunoaşte prin faptul că în fiecare celulă se află doi cloroplaşti în formă de stea.

La genul ***Mougeotia*** se află un singur cloroplast în formă de placă, situat central şi care reacţionează la excitarea cu lumină.

La aceste ultime două genuri există specii la care zigotul se formează la mijlocul canalului de copulare, modalitate care aminteşte de fam. *Desmidiaceae*.

Zygnematophyceae- le reprezintă o grupă bine individualizată prin modul de reproducere sexuată şi construcţia celulei. Acestea s-au despărţit, probabil, de timpuriu, de toate celelalte alge verzi şi au pierdut toate stadiile cu flageli din ciclul lor de viaţă.

9.11. Clasa *CHAROPHYCEAE*[*]
- Alge candelabru

Mediile de viaţă

Alge verzi superior organizate, care trăiesc în ape dulci şi salmastre. În iazuri şi pâraie formează adesea adevărate pajişti subacvatice, înalte de 20-30 cm (uneori până la 1m). Se fixează de fundul mâlos sau nisipos al bazinelor acvatice cu ajutorul rizoizilor ramificaţi.

Speciile de apă dulce prosperă, adesea, în ape al căror pH = 7 (sau mai mare), aşa numita „apă dură".

Construcţia talului

Charoficeele sunt alge pluricelulare, al căror tal, în forma unui candelabru, poate ajunge la mai mulţi decimetri în lungime. El este împărţit în noduri şi internoduri (fig. 149; 150).

De la nodurile talului pornesc verticile de ramuri laterale, cu aceeaşi împărţire ca şi axa principală. Ca înfăţişare, talul este asemănător cu tulpinile de la *Equisetum* (Coada calului). Celulele tinere conţin câte un nucleu.

---

[*] Uneori tratate ca încrengătură distinctă - *CHAROPHYTA*

În celulele lungi internodale, nucleul crește endomitotic și se divide în numeroase fragmente de nucleu, încât aceste celule devin polinucleate (polienergide). Cloroplastele se găsesc în număr mai mare la marginea protoplastului.

Lăstarii scurți, care provin de la noduri, sunt simpli și poartă, la nodurile lor, ramuri laterale scurte, de ordinul II, cu aceeași împărțire în noduri și internoduri. Din axila lăstarilor scurți pornește câte un lăstar lung, asemănător „tulpinii" (axei) principale.

Unele characee formează, în părțile de jos ale ramificațiilor, bulbișori (tuberculi axilari) ca organe de iernare, pline cu amidon, cu rol de înmulțire vegetativă.

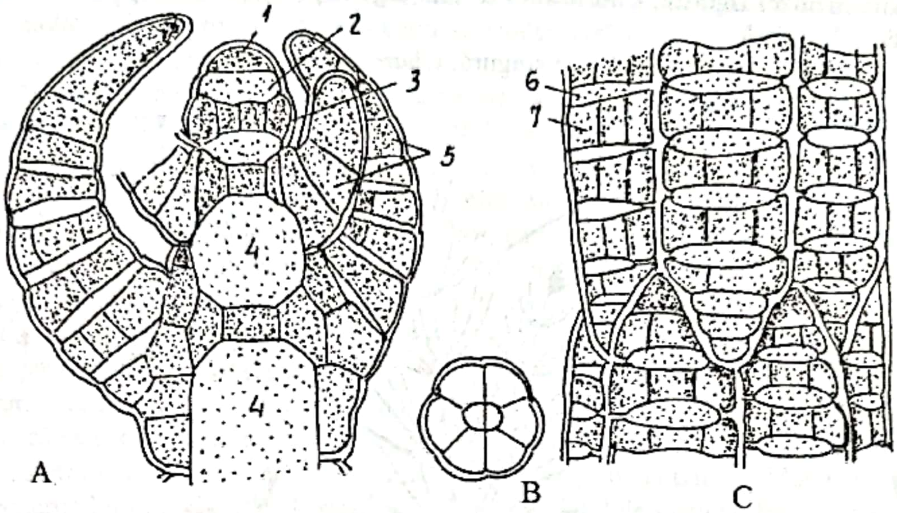


Fig. 149. *Chara.* A – secțiune longitudinală în conul de creștere; B – secțiune transversală într-un nod tânăr; C – un fragment de tal alcătuit din noduri și internoduri: 1 – celulă apicală; 2 – celule segment; 3, 7 – nodul; 4-6 – internodurile; 5 – ramificații (pleuridii) (după Gorbunova, din Gorlenko)

„Tulpinile" principale (cu creștere nelimitată) și cel laterale (cu creștere limitată) se alungesc prin diviziuni ale unei celule apicale simple (fig. 149-A). Aceasta se împarte în două celule-inegale: celule mici-de noduri și celule mai lungi-de internoduri. Acestea ultime nu se mai divid, ci se alungesc prin vacuolizare, până la dimensiuni de mai mulți centimetri. În acestea se poate evidenția ușor mișcarea de rotație a citoplasmei în jurul vacuolei mari a celulei.

Celulele nodale mai mici, rămân capabile de diviziune și dau naștere la *discuri de nod*, cu multe celule, din care se dezvoltă ramurile laterale, cu noduri și internoduri, iar la partea de jos a „tulpinii" principale se formează rizoizii ramificați. Tot aici își au originea celulele stipelare scurte, nedivizate și celulele scoarței. Aceste celule de scoarță caracterizează genul *Chara*, lipsesc la genul *Nitella* și alte genuri.

Înmulțirea asexuată prin spori nu este cunoscută.

Reproducerea sexuată (fig. 150. 5-8) este o oogamie caracteristică. Gametangiile: spermatogoniile și oogoniile se formează pe aceeași algă, la nodurile ramurilor laterale.

Spermatogoniile rezultă dintr-o celulă mamă, care se divide de trei ori succesiv, formându-se astfel opt celule (octant). Fiecare octant este apoi împărțit prin doi pereți tangențiali în trei părți: opt celule externe plate numite scuturi, care sunt incomplet compartimentate; opt celule mijlocii numite manubrii (celule de prindere), care mai târziu se alungesc radiar; opt celule interioare numite celule capitul primare, care, în final, iau forma aproape rotundă.

Ca urmare a creșterii mai intense în suprafață a celor opt scuturi ia naștere o sferă goală, în care o celulă cu coadă, înconjurată de celule capitul și celule de prindere, se alungește spre interior. Celulele capitul primare dezvoltă 3-6 filamente de celule spermatogene, ramificate, lungi. Din acestea ia naștere câte un spermatozoid răsucit ca șurubul, fără cloroplastide, cu doi flageli dispuși unilateral și o pată-ochi.

Spermatogoniile mature sunt rotunde, (asemănătoare cu o minge de fotbal), colorate în galben-roșcat prin carotenoizi și sunt vizibile cu ochiul liber.

Oogoniile sunt verzi, în formă de ou și se mai numesc muguri-ou. Se formează la nodurile ramificațiilor laterale și, de asemenea, sunt vizibile cu ochiul liber. Acestea conțin câte o oosferă, umplută cu amidon și picături de ulei. Oogoniul este învelit compact, de jur împrejur, cu 5 tuburi răsucite în șurub spre stânga. Capetele libere ale tuburilor formează la vârf coronula, printre celulele căreia pătrund spermatozoizii în procesul de fertilizare. Fertilizarea oosferei are loc în interiorul oogoniului, ceea ce reprezintă un caracter de superioritate față de alte alge, deoarece zigotul este mai bine protejat. Zigotul se înconjoară cu un perete tare, fără culoare și devine oospor (celulă de durată) care intră într-o perioadă de repaus. Pereții interni ai tuburilor învelitoare se îngroașă, capătă culoarea maronie și se încrustează cu calcar. După căderea oosporului la fundul apei, pereții externi ai tuburilor învelitoare devin moi și dispar, se lichefiază. La germinarea zigotului are loc meioza. Din cei patru nuclei haploizi rezultați, trei degenerează și rămâne, astfel, un singur „embrion", din care se formează o nouă algă candelabru.

Datorită meiozei zigotice, *Characeae*- le sunt alge haplontice. Ele reprezintă o ramură extrem de specializată a clorofitelor.

Din cele 6 familii a mai rămas una singură: *Characeae.*

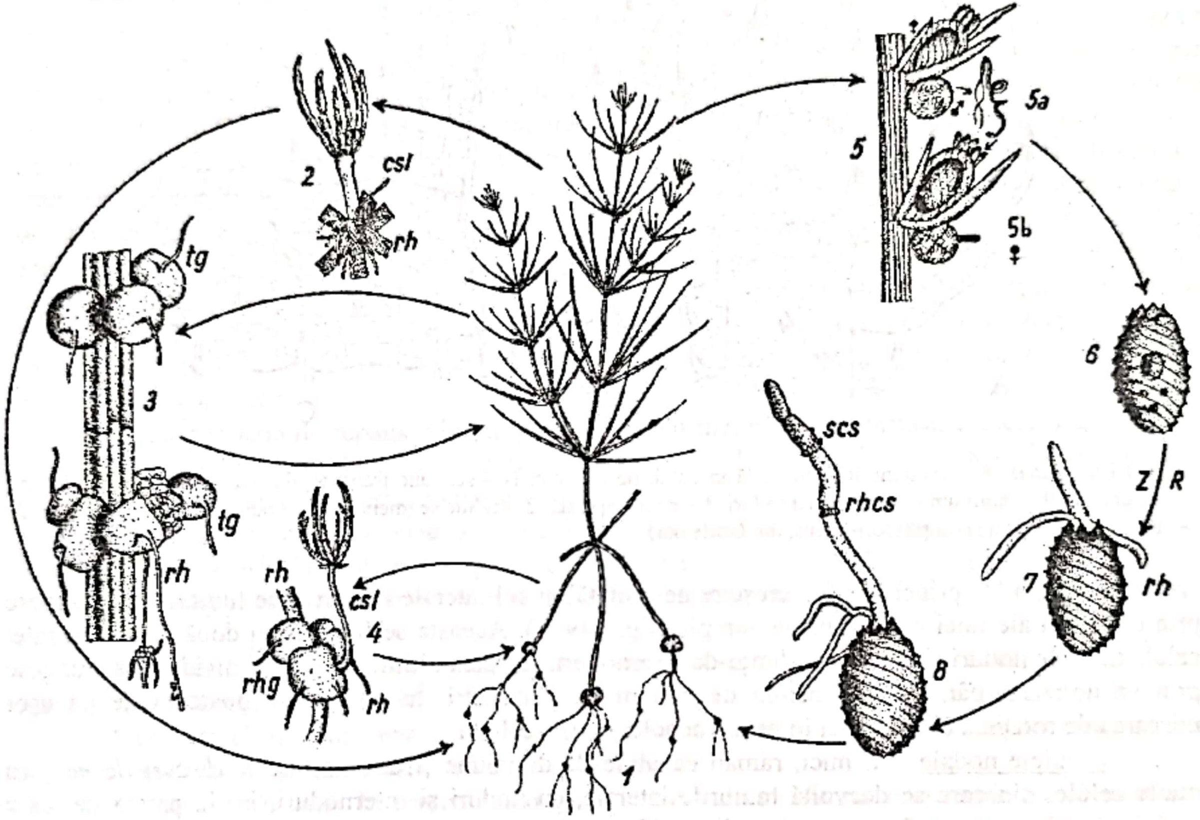


Fig. 150. Înmulțirea la *Chara*: Stânga - vegetativ: plantulă rezultată prin desprinderea unui internod, a cărui bază constă din celule capabile să producă rizoizi (2), fragment de tal cu bulbile (3), stoloni ce pornesc de la nodurile bazale (4); Dreapta – sexuată: celulă spermatogenă producătoare de spermatozoizi ciliați (5a) ce pătrund în oogoniul sferic (5b) în care se află oosfera; zigotul (z 6) prin meioză (R!) urmată de mitoze, prin germinare dă naștere la o nouă algă (7-8-1); csl – celule rizoidale; tg – bulbili (tuberculi axilari); rhg – tuberculi rizoidali; rh – rizoizi; rhcs – rizoizii la noduri; scs – celule rizoidale (după Soó)

Familia *Characeae*

Cuprinde două genuri mai bine cunoscute și cercetate.

Genul ***Chara*** are coronula formată din 5 celule învelitoare, iar ***Nitella*** din 10 celule.

Charophyceele , printre toate celelalte alge, ocupă o poziție specială în sistemul de clasificare, uneori considerate drept încrengătură. Caracteristicile structurale ale talului, spermatogoniile și oogoniile pluricelulare, cu învelișul lor de protecție neobișnuit, neîntâlnit la nici o altă grupă de alge, spermatozoidul de formă caracteristică spiralată și cu doi flageli inserați unilateral, pledează pentru poziția lor specială în sistemele de clasificare.

Fosilele de *Characeae*, în special zigoții lor, sunt cunoscute din Devonian.

Importanța filogenetică

Algele candelabru (*Charophyceae*- le) haplobionte, în ciuda înaltei diferențieri structurale a talului, se consideră ca un grup de origine pentru derivarea plantelor terestre inferioare – *Bryophyta.*

Construcția concordantă a spermatozoizilor, cu doi flageli dispuşi unilateral, ca şi alte caracteristici ultrastructurale pledează în favoarea acestei ipoteze. Un argument important pentru a înțelege cum s-a făcut trecerea de la talul filamentos al acestor alge la talul-țesut a briofitelor îl reprezintă protonema plantelor-muşchi în forma unui fir, uneori şi aplatizată, pe care se dezvoltă gametangiile.

CONSIDERAȚII GENERALE ASUPRA ALGELOR VERZI

Chlorophyta reprezintă o grupă naturală, care a derivat dintr-un strămoş comun şi ulterior s-a divizat în mai multe linii divergente. Algele verzi se evidențiază clar față de celelalte grupe de alge eucariote şi în acelaşi timp pot fi bine caracterizate.

Clorofitele reprezintă primele grupe de alge care au început să cucerească uscatul, mult mai inospitalier decât mediul acvatic. Se consideră, astfel, că din unele grupe inițiale de alge verzi au derivat primele plante terestre: briofitele şi pteridofitele. Ca grupe de origine pentru briofite (plante muşchi) sunt luate în considerare *Charophytae*- le haplobionte, cu predominanța, în ciclul ontogenetic, a gametofitului haploid. Pentru derivarea pteridofitelor, care au cucerit uscatul prin sporofitul diploid, se au vedere grupe străvechi de clorofite, la care ciclul de viață era predominat de sporofit. După o altă ipoteză, ambele grupe de plante terestre ar putea fi derivate dintr-o grupă comună de clorofite străvechi, evoluând ulterior divergent, ca ramuri distincte, cu potențialități evolutive închise (briofitele) sau pteridofitele cu largi potențialități evolutive şi adaptative spre spermatofite.

Legăturile dintre algele verzi primitive şi plantele terestre pot fi stabilite, cât se poate de probabil, prin câteva caractere concordante: cloroplastidele cu cele două clorofile (a şi b) şi ultrastructura acestora, cu cele două membrane învelitoare şi tilacoizii; amidonul ca substanță de rezervă si depunerea lui intraplastidială; stadiile mobile din ciclul de viață cu flageli izoconți; celuloza ca material de construcție al pereților celulari şi dispunerea sa fibrilară, într-o masă amorfă de pectine.

Datorită acestor caractere concordante, în unele sisteme de clasificare (Jeffrey, 1982) algele verzi şi plantele terestre (embriofite) sunt încadrate împreună ca diviziuni într-un subregn *CHLOROBIONTA*.

Totuşi, în ciuda multor caractere comune, algele verzi trebuie delimitate de plantele terestre. Ca urmare a adaptării la modul aerian terestru, plantele terestre au avut o dezvoltare evolutivă accentuată a caracterelor organelor vegetative şi reproducătoare.

La algele verzi se evidențiază o mare varietate morfologică. De la unicelulare la pluricelulare sunt parcurse un şir de trepte de organizare. Apariția acestor trepte s-a desfăşurat independent din punct de vedere istorico-evolutiv şi a avut loc convergent la diferite clase. Acesta a fost şi rămâne un principiu de evoluție, general valabil, la diferite filumuri de alge şi nu numai la variate clase de clorofite.

De la celula acoperită cu o plasmalemă a *Polyblepharidales*, în cursul dezvoltării istorico-evolutive, s-a ajuns la celule cu pereții pectocelulozici, mai mult s-au mai puțin groşi, uneori impregnați cu sporopolenină. Datorită acestor particularități structurale ale pereților celulari, rezistenți la uscăciunea mediului aerian terestru, algele verzi au putut să trăiască în afara apei, pe sol, stânci, scoarța arborilor etc.

Substanța chimică preponderentă în alcătuirea peretelui celular, care s-a impus în cursul acestei dezvoltări istorico-evolutive, a fost celuloza cristalizată, sub formă de pachete ordonate, alcătuită din fibrile, aşezate în moduri variate, într-o masă amorfă de pectine, atât la numeroase alge cât şi la plantele terestre. La toate aceste plante peretele celular este pecto-celulozic.

Cloroplastul, inițial în formă de cupă, a evoluat spre cel de placă sau panglică şi ulterior spre cel divizat ca o rețea sau discuri izolate. Această ultimă formă a cloroplastidei a atins apogeul dezvoltării la plantele terestre (embriofite).

Diviziunea celulară, respectiv separarea celulelor fiice prin pereți transversali, a parcurs diferite stadii de evoluție. Cazul cel mai simplu este când diviziunea nucleului este urmată de diviziunea protoplastului chiar în interiorul celulei mamă şi apariția pereților celulari care înconjoară simultan cele două jumătăți de celulă cu nucleii proprii. Formarea centripetală a pereților celulari reprezintă modul originar, plesiomorf, de diviziune celulară, întâlnit şi la celula procariotă. În cazuri mai puternic derivate, apomorfe, este de remarcat divizarea prin intermediul unui fragmoplast de la grupe de alge verzi şi accentuat la plantele terestre, cu formarea succesivă, centrifugală a acestuia.

Sexualitatea (reproducerea sexuată) a progresat de la izogamie, prin anizogamie până la oogamie primitivă (cu fertilizarea oosferei în afară oogoniului) şi apoi la treapta cea mai înaltă a acesteia, când oosfera nu mai părăseşte oogoniul şi fertilizarea are loc în interiorul acestuia. Astfel, zigotul format este mult mai bine protejat faţă de multitudinea factorilor distructivi ai mediului exterior. Aceasta se încadrează în legea biologică generală a grijii materne faţă de progenitură.

Uneori, la *Coleochaete* (algă verde), după fertilizare, în jurul oogoniului fecundat se formează nişte învelişuri din filamente pluricelulare, cu rol protector, care simulează un fel de fruct. Treapta cea mai evoluată o ating *Characeae*- le, la care învelişurile protectoare ale oogoniului se formează înainte de fertilizare.

La clorofitele de apă dulce, cu caracteristici fizico-chimice mult mai variabile decât cea sărată, marină, zigotul intră într-o perioadă de repaus, mai mult sau mai puţin îndelungată şi se transformă în hipnozigot. În comparaţie cu acestea, la algele de apă marină, zigotul germinează imediat după formare, fără perioadă de repaus.

Evoluţia gameţilor a urmat calea de la izogameţi asemănători morfofiziologic şi flagelaţi, prin anizogameţi diferiţi morfologic dar flagelaţi şi mobili, la care, ulterior, gametul feminin mai mare devine imobil, până la oogamie, în care gameţii masculuni sunt mobili şi flagelaţi, iar gametul feminin, oosfera, neflagelată şi imobilă. La unele alge verzi terestre, ca de exemplu *Pleuroccocus*, singura modalitate de înmulţire este cea asexuată, prin aplanospori fără flageli. La *Zygnematophyceae*, atât sporii cât şi gameţii sunt lipsiţi de flageli. În gameţii masculini, când se află, cloroplastidele sunt complet reduse (de ex. *Chara*).

Ciclul ontogenetic (fig. 151) prezintă variaţie în grupul mare al algelor verzi. De regulă generală, acestea sunt haplobionte, cu meioză zigotică (de ex. *Charophyceae*- le), singurele celule diploide fiind zigoţii, care, ca şi gameţii, nu reprezintă o fază a ciclului de viaţă, ci o stare nucleară. La unele alge, prin deplasearea meiozei, de la germinarea zigotului pe sporofitul diploid la formarea meiosporilor, în ciclul de viaţă se intercalează o fază diploidă, rezultată din diviziuni mitotice ale zigotului. În acest mod are loc, la aceste alge, o succesiune de generaţii între gametofitul haploid (G_n) şi sporofitul diploid (S_n) numită tip de alternanţă haplodiplobiontică.

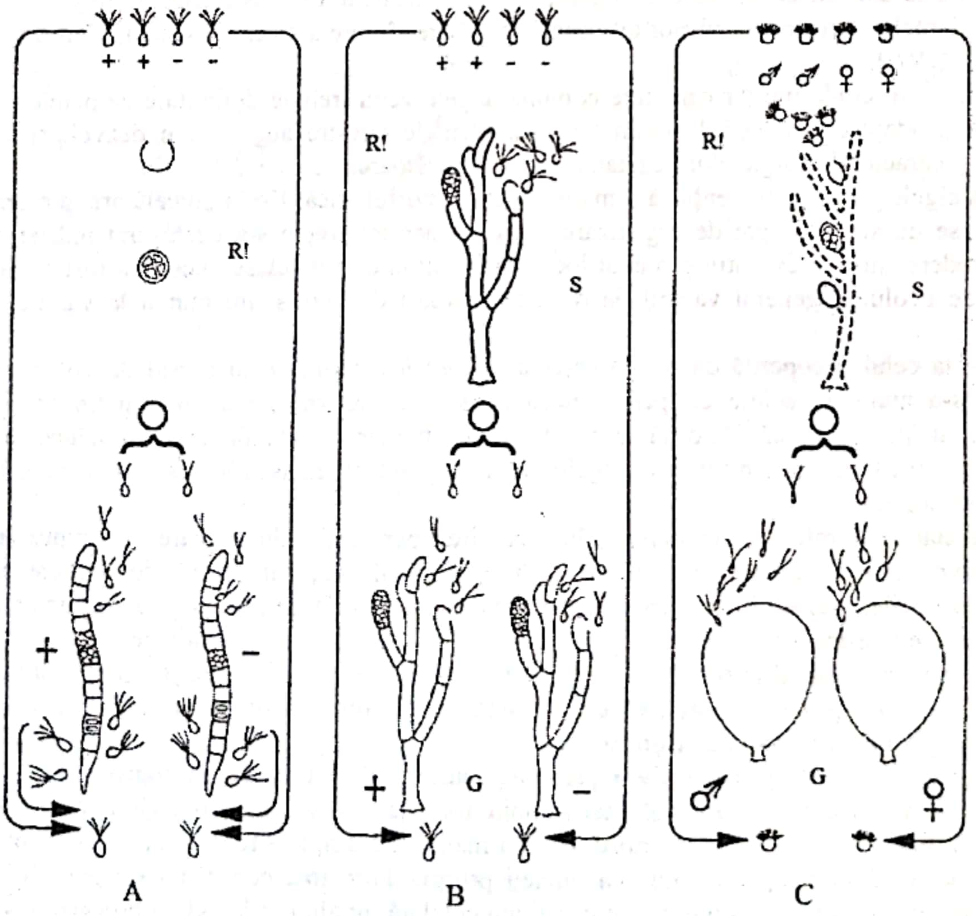


Fig. 151. *Chlorophyta*. Prezentarea schematică a tipurilor principale de schimbare a generaţiei şi de schimbare a fazei nucleului: A – *Ulothrix*; B – *Cladophora*; C – *Halicystis-Derbesia*: faza dicariotică (slab promovată) prin linii negre întrerupte; faza diploidă – linii negre continue; faza haploidă – linii subţiri; G – gametofit; S – sporofit; O – zigot; R! – meioza (după Harder)

Schimbarea generațiilor haplodiplobiontice poate să fie izomorfă (*Cladophora sp.*) sau heteromorfă, cu gametofit mai dezvoltat (*Ulothrix, Stigeoclonium*) sau situații apomorfe, mai evoluate, cu dominanța sporofitului (*Derbesia*). Un ciclu de viață exclusiv diplontic la algele verzi lipsește.

Algele verzi reprezintă o grupă foarte veche de plante inferioare. Cele mai vechi fosile dovedite aparțin la *Dasycladales* marine (din Cambrian), cu încrustări de calciu în pereții celulari. Au fost identificați și zigoți de *Characeae* încă din Devonian.

Utilizări ale algelor verzi

Mult mai puține alge verzi, în raport cu cele roșii sau brune, sunt utilizate de om. În Siberia de Vest algele verzi filamentoase se recoltează în masă, circa 1 milion de tone pe o suprafață de câteva mii Km^2, și se utilizează la fabricarea hârtiei, a materialelor izolatoare sau în construcții ca alginit (după Koptiaeva, din Gorlenko).

Unele alge cocale (*Chlorella, Scenedesmus*) sunt luate în cultură pe scară largă pentru extragerea de vitamine și proteine folosite în hrana omului și a animalelor domestice. La tropice, din cultura unor astfel de alge se pot recolta până la 5 t/ha, lunar. De asemenea, aceste alge unicelulare sunt luate în considerare în zborurile cosmice sau la submarine, pentru realizarea de schimburi de gaze biologice (CO_2 din respirație contra O_2 din fotosinteza acestora), ca surse de hrană în aceste condiții deosebite de viață pentru om.

GRUPELE ECOLOGICE DE ALGE

Algele eucariote sunt răspândite pretutideni în natură: în bălți, lacuri, râuri, mări și oceane, pe suprafața solului sau în sol, pe scoarța arborilor, pe pietre, stânci, în corpul unor animale ca endocitobionți. Ele au o deosebită capacitate de a se adapta la diferiți factori externi. Prezintă plasticitate fiziologică și sunt nepretențioase la condițiile de hrănire. Datorită acestor însușiri, algele eucariote se întâlnesc în toate zonele geografice ale globului pământesc, atât pe orizontală cât și pe verticală. Ele se pot afla în cele mai neobișnuite locuri, unele inaccesibile pentru alte grupe de organisme: la mari adâncimi în mări și oceane, pe stânci, în izvoare termale etc.

Cele mai numeroase alge eucariote, însă, se întâlnesc în apă. Și algele terestre au nevoie de umiditate pentru hrănire și înmulțire, însă aceasta poate fi satisfăcută de o cantitate mică de apă sub formă de ploaie, rouă, ape subterane, stropi în zona cascadelor etc.

În dependență de ansamblul de factori ecologici, care acționează diferit asupra acestora (umiditatea, temperatura, caracterul substratului și compoziția lui chimică, lumina etc.) se răspândesc, pe orizontală și verticală, grupe de alge sau comunitățile algale.

Principalele grupe de alge sunt următoarele: algele de plancton (fitoplanctonul), algele de neuston (fitoneustonul), algele de bentos (fitobentosul), algele din izvoare fierbinți (termofitonul), algele de pe substraturile calcaroase (calcifile), algele de pe zăpadă sau gheață (criofitonul) algele terestre ș.a.

Asupra componenței în specii și răspândirii algelor eucariote în diferite biotopuri acționează un complex de factori, atât abiotici (lumina, temperatura, compoziția chimică a apei, însușirile fizico-chimice ale solului etc.) cât și biotici (relațiile atât dintre alge cât și dintre alge și alte specii vegetale sau animale).

I. Algele planctonice

Planctonul cuprinde un ansamblu de viețuitoare (plante și animale) care, în întreaga perioadă ontogenetică sau numai în anumite stadii ale acesteia (de ex. la diatomee), se mențin în stare de plutire liberă, mai mult sau mai puțin pasivă, în masa apei. Structurile sau organele de înot le asigură doar posibilitatea de deplasare spre zone restrânse ale biotopului, fără a se putea opune curenților apei. După Savilov (1958) în plancton se încadrează și neustonul, adică organismele strâns legate de pelicula superioară a apei.

Planctonul este alcătuit din fitoplancton și zooplnacton.

Fitoplanctonul este alcătuit din totalitatea algelor microscopice (monade sau cocale) precum și din forme coloniale imobile sau insuficient de mobile pentru a se putea opune curenților de apă. Organismele fitoplanctonice reprezintă, în bazinele acvatice, producătorii primari de substanță organică. Acestea se dezvoltă în lacuri, canale, râuri cu curgere lină sau chiar în băltoace temporare (fitoplanctonul de apă dulce), dar și în mări și oceane (fitoplanctonul marin).

FITOPLANCTONUL este localizat în zona fotică, adică în straturile de apă străbătute de razele solare. Practic, acesta lipseşte numai la adâncimi mari, unde nu ajunge lumina, dar şi în izvoare fierbinţi, cu temperatura, mai mare de + 70 ^{0}C sau în ape cu substanţe toxice (H_2S etc.).

Adâncimea pâna la care se poate dezvolta fitoplanctonul variază de la câţiva metri până la 60-80 m (în bazinele cu apă dulce) până la 100 (-180) m în mări şi oceane şi este detreminată şi de transparenţa apei.

1. Fitoplanctonul de apă dulce

Acesta depinde în cea mai mare măsură de conţinutul în substanţe nutritive al apei. În ape eutrofizate (bogate în suspensii organice) pe lângă specii fotoautotrofe se pot afla şi specii mixotrofe.

Fitoplanctonul de apă dulce este alcătuit preponderent din diatomee, clorofite, euglenofite, crisofite şi pirofite (dinofite) (fig. 152).

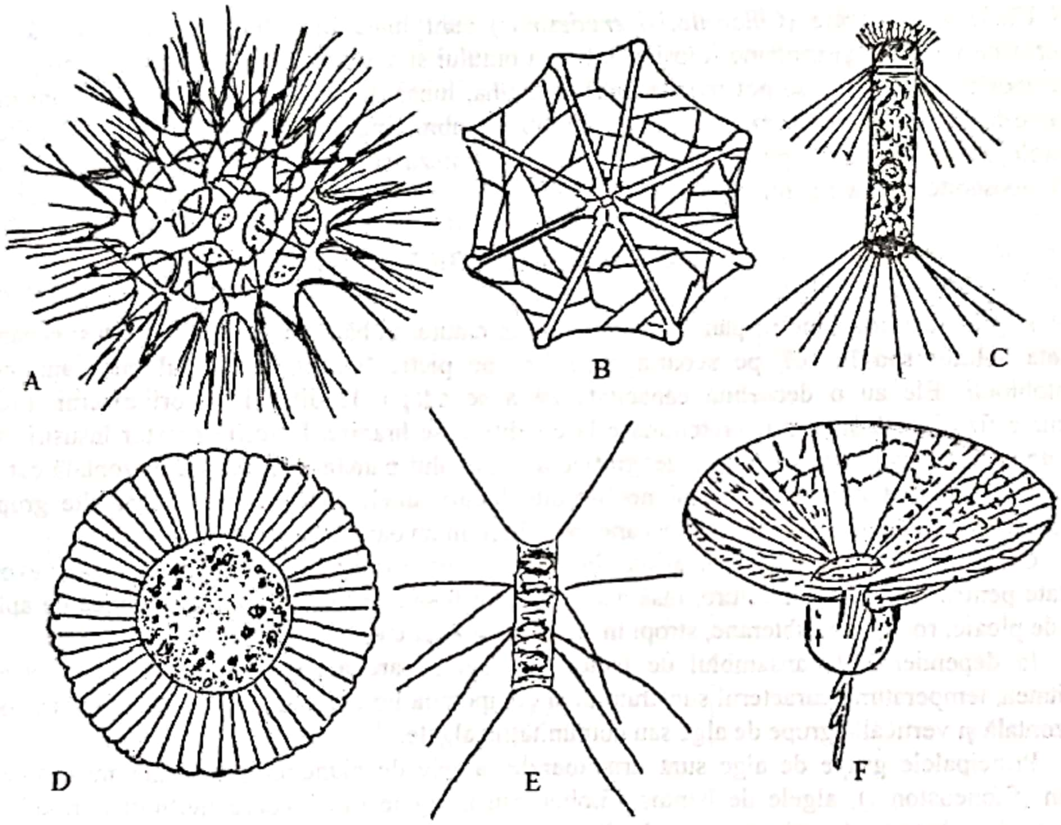


Fig. 152. Adaptări exterioare la modul de viaţă planctonic la alge din diferite grupe sistematice: A – *Pediastrum*; B – *Asterionella*; C – *Corethron*; D – *Planktoniella*; E – *Chaetoceros*; F – *Ornithocercus* (după Koptiaeva, din Gorlenko)

Algele verzi sunt, în cea mai mare parte, specii monadale şi cocoidale, dar şi forme cenobiale sau coloniale, care aparţin la genurile: *Chlamydomonas, Scenedesmus, Pediastrum, Chlorella, Pandorina, Eudorina, Gonium, Volvox, Oocystis* ş.a. Astfel, cenobiul de *Pediastrum* are formă lamelară; la *Asterionella* formă de stea: la *Volvox* colonia are formă de sferă plină la interior cu mucilagii; la *Pandorina, Eudorina* şi *Pleodorina* coloniile au formă de sfere goale la interior. Toate aceste întocmiri ajută la plutire.

Diatomeele sunt reprezentate prin forme imobile din ord. *Pennales* (ca de ex. genurile *Asterionella, Tabellaria, Fragillaria*, ş.a.) precum şi unele specii din ord. *Centrales* (care aparţin genului Melosira). Între diatomee sunt puţine specii tipice de plancton, însă diversitatea acestora creşte pe baza speciilor temporare de plancton, adică a celor care îşi încep ciclul de dezvoltare la fundul apei şi ulterior devin temporar planctonice.

În apele mai reci se întâlnesc numeroase crisoficee (specii ale genurilor *Synura, Dinobryon, Uroglena, Mallomonas*, ş.a.), iar în apele calde, euglenalele sunt predominante (specii ale genurilor *Euglena, Trachelomonas, Phacus* ş.a.). Dintre dinofite, cele mai frecvente sunt specii ale genurilor *Ceratium* şi *Peridinium*.

În climatele temperate, diferenţele de temperatură ale apei, datorită alternanţei anotimpurilor, temperatura apei, iluminarea şi adâncimea până unde pătrunde lumina, valorea pH- ului etc., duc la schimbări considerabile în alcătuirea planctonului.

În apele dulci, extremele de temperatură sunt mult mai depărtate decât în apa marină. Astfel, de la băltoacele provenite din topirea zăpezii (cu temperatura în jur de 0 ^{0}C), la cele provenite din topirea gheţarilor şi a gheţii polare (foarte reci) se ajunge ca, în izvoarele fierbinţi, apa să aibă temperatura în jur de 50 ^{0}C.

2. Fitoplanctonul marin ete alcătuit, cu preponderenţă, din diatomee *Centrales*, dinoficee precum şi din minuscule *Haptophyceae, Coccolithophoraceae* (flagelate calcaroase) şi *Chrysophyceae* (silicoflagelate). Reprezentanţii ultimelor două clase nu mai sunt reţinuţi de plasele de plancton şi pot fi obţinuţi numai prin centrifugare. Aceştia aparţin la nanoplancton.

Dintre diatomee, cele mai numeroase sunt specii ale genurilor *Chaetoceros, Thallassiosira, Rhizosolenia, Planktoniella* ş.a. Grupa dinoficeelor este reprezentată prin specii ale genurilor *Gonyaulax, Dinophysis*, care sunt răspândite numai în planctonul marin.

Coccolithophoraceae- ele (falgelate calcaroase galben-aurii) în mări sunt de o mare varietate, deşi se pot întâlni şi în ape dulci. În schimb, silicoflagelatele (flagelate silicioase galben-aurii) cresc numai în apă mării.

Densitatea cea mai mare de plancton se află în stratul de apă străbătut de lumină. Într-un litru de apă de suprafaţă din Atlanticul de Nord s-au determinat 32.000 celule de dinoficee, 16.000 celule de diatomee, 54.000 celule de cocolitoforacee. Sub adâncimea de 200 m a apei marine, numărul speciilor de fitoplancton scade puternic. S-au găsit, însă, la adâncimi foarte mari (4.000-5.000 m), unele celule de cocolitoforacee (A. Bresinsky, in Strasburger, 1999).

În apele temperate şi reci, mai bogate în compuşi de azot şi fosfor, densitatea planctonului este foarte mare. Prin răcirea de iarnă şi de noapte a suprafeţei mărilor şi oceanelor, are loc o amestecare a apei calde din interior cu cea de suprafaţă mai rece, prin curenţii ascendenţi.

Plutirea speciilor de plancton în apă se realizează atât prin mişcări active ale flagelilor, dar şi printr-o scufundare, mai mult sau mai puţin lentă, reglată prin mecanisme specifice, a greutăţii celulei. Aceasta se realizează prin particularităţile structurale ale algelor de plancton: corp acicular (*Rhizosolenia, Ceratium*); substanţa de rezervă – uleiul; vacuolizarea celulei la formele de apă dulce şi reducerea la maximum a părţilor dure ale acesteia; excrescenţe ale pereţilor celulari (sub formă de ghimpi, coarne* etc. (fig. 152) prin care creşte suprafaţa de contact cu apa şi prin frecare se opun, astfel, scufundării; unirea mai multor celule în lanţuri, prin firişoare subţiri de mucilagii. Apendicii de plutire de la suprafaţa peretelui celular, la algele din bazine cu apă rece, sunt mai mici decât la speciile din apele tropicale calde (cu vâscozitate mai mică).

După moartea speciilor planctonice, scheletele minerale (de carbonat de calciu şi de siliciu) cad la fundul mării. Carbonatul de calciu sub adâncimea de 4.000-5.000 m, datorită presiunii uriaşe dar şi a altor parametri fizico-chimici ai apei, este dizolvat. De aceea, la adâncimile cele mai mari, în sedimente se găsesc numai schelete silicioase de diatomee, silicoflagelate şi radiolari animale. La adâncimi mai mici (2.000-5.000 m) se formează şi sedimente de calcar din scheletele de cocolitoforacee, globigerine animale ş.a. Depunerea şi acumularea calcarului este extrem de lentă (1,5 cm grosime în 1000 ani).

În mările tropicale cu apă caldă, vegetaţia de alge eucariote este mai săracă decât în mările temperate şi reci, datorită cantităţii mai mici de substanţe cu azot şi fosfor, lipsa curenţilor etc. În astfel de ape calde, cele mai bine reprezentate sunt algele roşii (*Rhodophyta*) unele *Chlorophyta* ca *Dasycladaceae, Caulerpaceae, Codiaceae, Valoniaceae* ş.a.

În recifele de corali tropicale, unele alge cu schelete calcaroase ca *Halimeda, Lithothamnion, Lithophyllum*, specii din *Dasycladaceae* etc., au contribuţii mai mari la formarea calcarului decât coralii înşişi.

Alga *Sargassum* (algă brună subacvatică, plutitoare, de larg) formează o vegetaţie caracteristică în Oc. Atlantic, aşa numita „Mare a Sargasselor". Aceasta reprezintă o porţiune uriaşă de ocean: 5.000 Km de la vest la est; 2.000 Km de la nord la sud, plină de alga macrofită planctonică *Sargassum bacciferum*. În această zonă, apa are cea mai mare salinitate şi reprezintă locul unde îşi depune icrele peştele anghila (*Anguilla anguilla*). Algele adunate într-un loc, prin curenţii marini, dau până la 5 tone masă verde pe o suprafaţă de o milă marină pătrată.

---

* După alte opinii, excrescenţele sub formă de ghimpi şi coarne au apărut pe pereţii celulari ai algelor de plancton ca structuri protectoare contra zooplanctonului care le consumă.

3. Criofitonul este alcătuit din specii sau grupări de specii de alge eucariote adaptate să trăiască în ape foarte reci. Astfel, *Chlamydomonas nivalis* colorează zăpada abia topită, din munții înalți și din Arctica, în roșu („zăpada roșie"). Alte specii de criofiton aparțin la ordinele *Chlorococcales* și *Mesotaeniales*.

Între apa de mare și apa dulce se află domeniul apei salmastre (sălcii). Acestea provin prin amestecarea celor două tipuri anterioare de apă de către mareele regulate sau prin stropii de apă proveniți din spargerea valurilor de stânci. De asemenea, apa salmastră se formează în zona de vărsare în mare a apelor curgătoare.

Repartizarea fitoplanctonului mării și a celui de apă dulce nu este omogenă. În funcție de zona geografică diferă atât varietatea speciilor cât și numărul lor.

În ape calde tropicale sunt răspândite, mai ales, peridinee și cocolitoforidee. Diatomeele se află, de regulă generală, în mări și oceane nordice mai reci, unde se pot întâlni și diferite specii de alge verzi și silicoflagelate.

Distribuția speciilor de fitoplancton în limitele unui bazin (mare, ocean) urmează anumite legități. După zonele bazinului se face și o clasificare a planctonului.

Planctonul din bazinele de ape deschise, așa numitul plancton pelagic, se împarte în două zone:

- oceanică (adâncă) și cuprinde organismele care înoată în adâncul apei, fără a avea legătură cu substratul;
- neritică ce ocupă zona de coastă cu adâncimea de până la 200 m.

Fitoplanctonul neritic este cel mai bogat în specii și are productivitatea cea mai mare.

Cu cât ne apropiem de țărmurile bazinelor acvatice deschise, formele pelagice (plancton, neuston, pleuston și necton) se întrepătrund cu formele bentonice.

Fitoplanctonul oceanic este limitat, în răspândirea sa pe verticală, la așa numita zonă fotică, adică zonă cu adâncimea relativ mică (→ 200 m) până unde poate pătrunde lumina necesară fotosintezei. Aici apa este mai transparentă decât în zona neritică și mai săracă în săruri, mai ales fosfați. Ca urmare, productivitatea fitoplanctonului este mai redusă decât în apropierea malurilor.

4. Perifitonul este alcătuit din organisme mici (producători, consumatori și descompunători de substanță organică) care trăiesc pe plantele superioare.

5. Fitoneustonul reprezintă totalitatea algelor care trăiesc în pelicula superficială a apei. Aici aparțin specii ale genurilor *Euglena, Botrydiopsis, Chlamydomonas, Chromulina* ș.a. Astfel, *Chromulina rosanofii* („Alga de aur") conferă suprafeței apei, prin numărul mare de specimene (circa 40.000 celule/m^2) o sclipire aurie.

Trebuie făcută distincția între epineustonți, care trăiesc în partea de sus a peliculei de la suprafața apei (la limita dintre mediul acvatic și cel aerian) și hiponeustonți, care populează partea de jos a peliculei de apă.

Cantitatea de neuston se observă ma bine pe timp calm, în bazinele nu prea adânci și protejate contra vântului. Acestea formează la suprafața apei o peliculă de culoare vie, aprinsă, vizibilă cu ochiul liber.

O dată cu eutrofizarea mai puternică a apei, crește cantitatea de biomasă și cu aceasta și consumul de oxigen. Resturile organismelor moarte se depun la fundul apei și formează un mâl de putreziciune. Apele oligotrofe (sărace în substanțe nutritive) ca și cele poluate produc o cantitate mică de biomasă.

După prezența speciilor de plancton și bentos se pot trage concluzii asupra gradului de murdărire, respectiv a calității apei, evaluată cu cifre romane de la I la IV. Ca indicatori biologici ai calității apei se folosesc alge eucariote, unele procariote (dintre alge albastre sau bacterii), ciuperci și plante superioare (după A. Bresinsky, din Strasburger, 1999).

1. Clasa a IV-a de ape, cu murdărirea cea mai puternică, aparține zonei polisaprobe. Datorită penuriei de oxigen sunt preponderente procesele de putrefacție. În condițiile de viață extreme, ale zonei polisaprobe, se ajunge la o dezvoltare în masă a bacteriilor printre care și *Beggiatoa*, alge albastre din genurile *Anabaena, Spirulina* și specii de *Oscillatoria* (*O. putida, O. chlorina*). În aceste ape lipsesc aproape complet algele eucariote cu cloroplastide cât și plantele superioare. *Euglena* și *Carteria*, dintre algele eucariote, reprezintă excepții. În afară de acestea, mai apare o algă verde heterotrofă, fără culoare și anume *Polytoma*.

Între anumite limite de murdărire există și posibilitatea de autopurificare a apelor curgătoare.

2. Clasa a III- a (α mezosaprobe) reprezintă o clasă de ape încă puternic poluate. În aceste ape încep să apară procese intense de oxidare. Continuă să existe un mare număr de bacterii diverse. Pe

lângă acestea, apar şi se dezvoltă în masă algele, mai ales cele albastre dar şi diatomeele şi alge verzi. Încep să apară şi unele plante superioare. Conţinutul de oxigen în apă creşte ziua, însă, noapte poate să scadă puternic.

Dintre algele albastre procariote trăiesc în aceste ape poluate specii de *Oscillatoria* şi de *Phormidium*. Dintre algele eucariote apar unele diatomee (mai ales specii se Stephanodiscus) şi clorofite (ex. *Closterium leibleinii, Cosmarium botrytis, Clamydomonas, Gonium* ş.a.). Frecvent sunt, în aceste ape uzate, şi unele specii de ciuperci din genurile *Leptomitus* şi *Fusarium*.

3. Clasa a II- a (β mezosaprobe) încadrează ape moderat (mediu) poluate. În acestea se intensifică procesele oxidative, însă consumul de oxigen este încă mic. Numărul germenilor de bacterii este mai scăzut decât în apele din clasa a III- a. Creşte, însă, semnificativ, numărul şi varietatea algelor cu silice (diatomee şi crisoficee) şi al celor verzi. Algele procariote sunt încă bine reprezentate prin *Anabaena flos-aquae, Aphanizomenon flos-aquae, Nostoc sp.* şi unele specii de *Oscillatoria*.

Dintre diatomee apar specii ale genurilor *Melosira, Asterionella* ş.a., iar dintre crisoficee – *Synura*.

Agele verzi aparţin genurilor *Pediastrum, Scenedesmus, Chaetophora* şi *Oedogonium*.

În aceste ape au răspândirea principală specii ale genului *Closterium* (dintre *Desmidiaceae*).

4. Clasa a I (oligosaprobe) încadrează ape foarte puţin poluate. Apa este limpede şi bogată în oxigen. Deci, pe un curs de apă cu porţiuni murdărite cu resturi organice, procesele de descompunere ale acestora se desfăşoară rapid şi apa îşi recapătă limpezimea.

În aceste ape germenii de bacterii sunt în cantitatea cea mai mică. Algele albastre (procariote) sunt mai slab reprezentate, ca de exemplu, specii ale genului *Hapalosiphon*. Diatomeele sunt reprezentate prin genurile *Surirella* şi *Meridion*; algele verzi prin specii ale genurilor *Ulothrix, Staurastrum, Closterium*. Caracteristice sunt şi algele roşii de apă dulce ca *Batrachospermum moniliforme* şi *Lemanea annulata*.

II. Algele bentonice

Bentosul reprezintă totalitatea vieţuitoarelor acvatice, care trăiesc fixate stabil pe substrat. Acesta este alcătuit din fitobentos şi zoobentos.

Fitobentosul (bentosul vegetal) este alcătuit aproape exclusiv din alge, la care mediul de trai este fundul bazinelor acvatice (sărate sau dulcicole). Ele se întâlnesc de la zonele externe ale ţărmurilor, asupra cărora se exercită acţiunea valurilor sau a mareelor, până la adâncimi care mai permit fotosinteza (180-200 m).

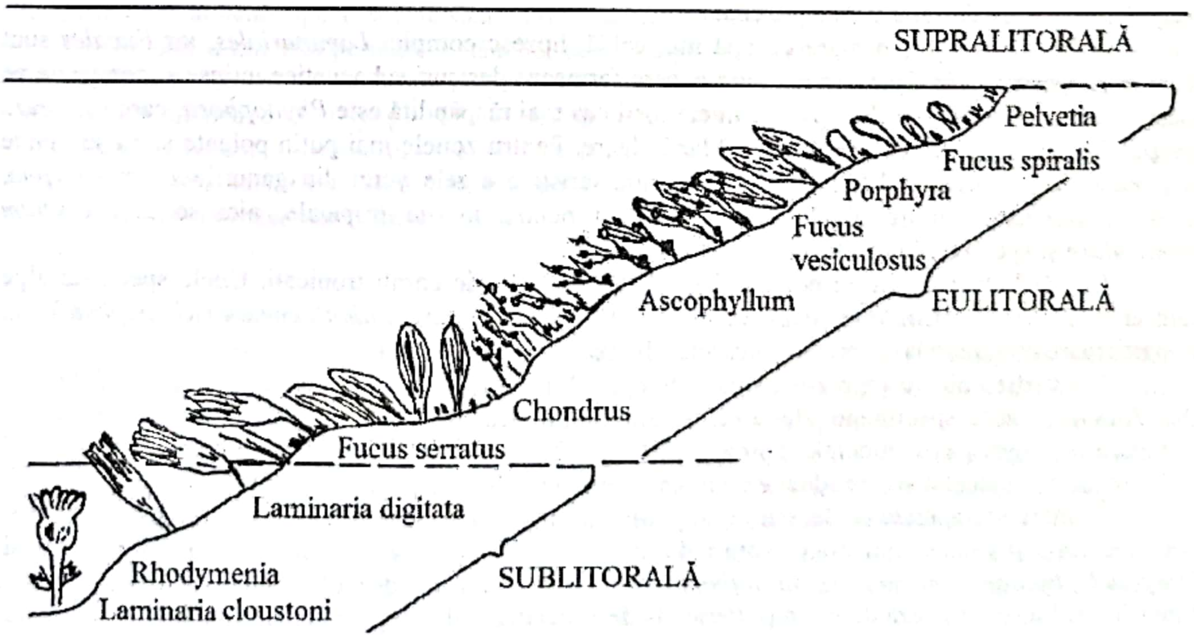


Fig. 153. Schema distribuirii zonale a algelor pe un ţărm stâncos din Europa (după Koptiaeva, din Gorlenko)

Fitobentosul este format, preponderent, din *Phaeophyceae* şi *Rhodophyta* (fig. 153). Substratul pe care aceste alge brune şi roşii stau fixate este destul de variat. De cele mai multe ori acestea sunt fixate pe o bază solidă (stânci, pietre) prin intermediul discurilor de prindere sau ale rizoizilor în formă de gheară. Substratul mobil (mâl, nisip) este colonizat numai de puţine specii, cum este *Caulerpa* (Algă verde), răspândită în mări tropicale. Unele specii se fixează şi pe alge mai mari sau plante superioare, pe carapacele sau cochiliile animalelor nevertebrate.

Spre deosebire de algele de plancton, care sunt totdeauna microscopice, cele de bentos pot fi atât microscopice cât şi macroscopice (unele ajungând la zeci de metri lungime). Talurile macroscopice formează adevărate desişuri, asemănătoare cu pajiştile sau tufişurile terestre. Talurile algelor microscopice rareori sunt solitare, de obicei formează îngrămădiri vizibile cu ochiul liber, sub formă de pelicule mucilaginoase, perniţe de pâslă, depuneri variat colorate (galben, brun, verde), pe nămolul de pe fundul apei.

Algele cu talul mare, voluminos, se instalează pe un substrat rigid, stâncos sau pietros, pe pilonii scufundaţi, pe substraturi mobile (bărci, vapoare, plute etc.) şi pe corpul plantelor superioare. Formele mărunte, microscopice, se fixează, de regulă generală, pe nisipul afânat, pietrişul mărunt, pe nămol.

a. Fitobentosul din bazinele dulcicole este alcătuit din alge verzi, xantoficee, diatomee şi alge procariote. Dintre algele roşii, adesea se întâlneşte *Batrachospermum*.

Algele verzi cele mai răspândite aparţin la genurile: *Ulothrix, Cladophora, Rhizoclonium, Stigeoclonium, Draparnaldia* ş.a. În canale, iazuri şi în zona de litoral a lacurilor mari se întâlnesc multe specii de alge verzi cu tal filamentos (*Spirogyra, Oedogonium*), xantoficee (Alge galben-aurii) ca *Tribonema*, unele diatomee şi alge albastre. Ziua, o dată cu bulele de oxigen, algele filamentoase migrează spre straturile superioare ale apei, iar noaptea se lasă din nou la fund.

Cele mai mari alge verzi ale fitobentosului de apă dulce sunt *Characeae*- le din genurile *Chara* şi *Nitella*. Acestea cresc în lacuri şi iazuri cu fundul înămolit, de care se fixează prin rizoizi lungi şi ramificaţi. Un tal macroscopic de 1,5 m lungime are, în stare matură, şi alga verde *Hydrodictyon reticulatum* (Reţeaua apei). Aceasta se dezvoltă mai ales în apropierea malurilor iazurilor, golfurile râurilor, unde apa este bogată în săruri de azot.

b. Fitobentosul marin este alcătuit, mai ales, din forme macroscopice ale algelor brune şi roşii. Pe aceste macrofite cresc, ca epifite, specii mai mărunte de alge brune şi roşii, care la rândul lor pot fi acoperite de alge microscopice verzi sau diatomee şi numeroase cianofite.

În mările tropicale calde, vegetaţia de alge de bentos nu atinge diversitatea celor din mările temperate şi reci. În aceste mări calde, cele mai bine reprezentate sunt algele roşii (*Rhodophyta*) şi unele forme de *Chlorophyta*, legate de temperaturi mai ridicate ale apei, cum ar fi: *Caulerpaceae, Dasycladaceae, Codiaceae* şi *Valoniaceae*.

În Marea Neagră, o mare cu apă mai caldă, lipsesc complet *Laminariales*, iar *Fucales* sunt reprezentate numai prin *Cystoseira barbata*, care formează desişuri subacvatice întinse şi compacte pe coastele Crimeei şi Caucazului. Dintre algele roşii cea mai răspândită este *Phyllophora*, care formează desişuri întinse în partea de nord-vest a Mării Negre. Pentru zonele mai puţin poluate şi cu salinitate mai redusă ale litoralului Mării Negre sunt caracteristice algele verzi din genurile *Enteromorpha, Ulva, Cladophora*. Dintre algele sifonale, tipice pentru mările tropicale, aici se află *Codium vermiculare* şi specii de *Bryopsis*.

În mările tropicale este bogată şi vegetaţia recifilor de corali tropicali. Unele specii de alge cum ar fi: *Halimeda* (*Caulerpaceae-Chlorophyta*), *Dasycladaceae*, *Lithothamnion* (*Rhodophyta*) ş.a. au participare mai mare la formarea calcarului din recifi decât coralii înşişi.

O situaţie unică o reprezintă Marea Sargasselor, situată în N-E. Arhipeleagului Antilelor din Oc. Atlantic, unde specimene ale algei macrofite, plutitoare de larg (planctonice), *Sargassum*, formează o vegetaţie abundentă, aproape de suparfaţa apei calde, sub influenţa curentului cald Gulfstream. S-a calculat şi o producţie de circa 5 t masă verde algă pe o milă marină pătrată.

În mările temperate calde, cum este şi Marea Mediterană, bentosul este alcătuit, preponderent, din alge roşii şi brune, mai mici, alături de care se află şi alge verzi dintre *Bryopsidophyceae* şi *Dasycladophyceae*. Speciile de *Lithothamnion* (Algă roşie) se dezvoltă bine în această mare. Intensitatea luminii variază după timp. Perioada de vegetaţie a algelor, care cresc aproape de suprafaţa apei, scade primăvara, iar pentru cele de adâncime vara şi toamna.

În mările temperate şi reci, ca de exemplu Marea Nordului, preponderente, ca număr de specii de bentos, sunt *Phaeophyceae*- le. La multe specii, perioadele de vegetaţie se reliefează clar în funcţie de anotimpuri. Astfel, alga brună *Desmarestia* pierde toamna filamentele de asimilaţie de pe tal, iar la alga roșie *Delleseria*, cu filoizii în formă de frunză de fag, dispar suprafețele delicate ale acestora și rămân numai „nervurile". Speciile mari de *Laminaria* își reînoiesc în fiecare an filoizii lor.

Repartizarea pe verticală a speciilor de alge macrofite se face în funcție de rezistența la frig și de nivelul apelor mareelor. În zona superioară cresc specii ale genurilor *Bangia, Porphira, Fucus*, care pot suporta în timpul refluxului temperaturi de până la -20 ^{0}C, în timp ce speciile din regiunea inferioară, care nu sunt niciodată dezvelite de apă (*Laminaria, Delesseria*), pier la numai câteva grade sub zero.

Mările reci sunt mai sărace în specii, totuși, aici, ating dezvoltarea cea mai mare și ca dimensiuni, *Phaeophyceae*- le. De exemplu, alga *Macrocystis* are talul de până la 50 m lungime, *Nereocystis* până la 25 m, *Lessonia* până la 5 m.

III. Algele din mediul aerian-terestru

Acestea trăiesc în afara bazinelor acvatice, însă pe substraturi solide, umede. Ele se pot afla pe partea umbrită a stâncilor și a scoarței arborilor, dar și pe frunzele lor, pe diferite construcții (garduri, acoperișurile și pereții caselor) uneori chiar pe părul unor animale.

Condițiile de viață ale algelor terestre se deosebesc mult de cele ale speciilor acvatice. Pentru mediul aerian-terestru sunt caracteristice variațiile mari de temperatură între zi și noapte, vară și iarnă etc. De asemenea, umiditatea nu este permanentă, ci temporară, și depinde de precipitațiile atmosferice.

Și în aceste condiții specifice de viață, algele se pot înmulți în masă, formând, pe suprafața substraturilor, cruste, uneori de culoare aprinsă, depuneri mucilaginoase sau pulverulente.

Ca adaptări la condițiile nefavorabile ale mediului înconjurător se amintesc: pereți celulari mai îngroșați, formați din mai multe straturi, cu substanța sporopolenină, care conferă rezistența la uscăciunea atmosferică; o teacă mucilaginoasă la exteriorul celulei sau cenobiilor care reține apa și le ferește de uscăciune; citoplasma deshidratată, mai vâscoasă; grăsimi în cantități mai mari ca substanțe de rezervă etc.

Algele aerian-terestre sunt în număr de câteva sute de specii, în majoritate dintre clorofite, diatomee, mai multe specii de cianofite (alge procariote).

În partea umbrită a scoarței arborilor se dezvoltă alge-verzi din genurile: *Pleurococcus, Trentepohlia, Stichococcus, Chlorococcum, Chlorella* ș.a. *Pleurococcus* colorează tulpinile, cioatele arborilor într-o manta de verde aprins; *Trentepohlia*, care se dezvoltă de-a lungul trunchiului, îi imprimă o nuanță cafeniu-roșiatică.

În regiuni tropicale, algele aerian-terestre se dezvoltă și pe suprafață frunzelor de arbori formând un strat dens. Specii epifile sunt dintre diatomee și cianofite.

Pe partea umezită periodic a stâncilor se află alge verzi din genul *Mesotaenium* (care datorită mucilagiilor de la suprafața celulelor suportă mai ușor uscăciunea), *Stichococcus bacillaris, Chlorella ellipsoidea, Chlorococcum sp* ș.a. Dintre diatomee se află specii ale genurilor *Melosira, Diatoma, Pinnularia*, precum și numeroase alge procariote din genurile *Nostoc, Calothrix, Tolypothrix, Gloeocapsa, Stigonema* ș.a., care formează pe stânci „dungi de cerneală". În rocile de calcar sau pe alte substraturi poroase pot pătrunde, până la câțiva mm de suprafață, unele specii de alge procariote sau eucariote.

IV. Alge edafice

Comunitatea viețuitoarelor din sol poartă numele de edafon și este format din fitoedafon și zooedafon. Fitoedafonul reprezintă producătorii de substanță organică, iar zooedafonul – consumatorii.

Fitoedafonul este alcătuit din alge care trăiesc la suprafață solului sau în straturile de la suprafața lui până la câțiva cm adâncime. Uneori, s-au găsit alge în sol până la adâncimea de 2,7 m. Algele de la suprafața solului sunt fotoautotrofe, iar cele din adâncimea acestuia devin heterotrofe.

Într-un gram de sol, din stratul cel mai de la suprafață, au fost numărate până la 100.000 celule de alge. Numărul mare al acestora se explică prin umiditate mare, iluminare, temperatură, caracteristici fizico-chimice favorabile ale solului etc. Straturile mai profunde se caracterizează prin stabilitatea relativă a acestor factori.

Solul are însușiri intermediare între mediul aerian-terestru și cel acvatic. Fitoedafonul este alcătuit din specii care au trecut de la mediul acvatic la cel terestru și au dobândit în decursul evoluției adaptări caracteristice.

Între cele mai răspândite alge edafice sunt diatomeele și cianofitele, urmate de algele verzi și xantoficeele.

Pe solurile umede (după uscarea băltoacelor) se află frecvent *Botrydium* (dintre *Xantoficee*). Pe soluri permanent umede, umbrite, se află alge din genurile *Vaucheria, Stigeoclonium*, forme mucilaginoase de *Mesotaenium*, stadii palmeloide de *Chlamydomonas*.

În perioadele secetoase de vară sau ale înghețului de iarnă, algele de edafon se află în stare de repaus. Diatomeele mobile, o dată cu uscarea solului, migrează spre straturile mai adânci și umede. La *Botrydium*, citoplasma și nucleul trec în rizoizii subterani și astfel întreaga algă se transformă în ciste (forme de rezistență). La *Vaucheria*, rol analog îl joacă aplanosporii, iar la algele filamentoase akinetele (celule cu pereții îngroșați), foarte rezistente la uscăciune.

Pe solurile corect lucrate, aerisite și cu un regim de apă corespunzător, numărul algelor este mult mai mare decât în solurile neîntreținute, părăginite. Solurile corect întreținute, primăvara au suprafața verzuie, datorită dezvoltării în masă a algelor. Aceasta dovedește că factorii abiotici din sol (temperatura, umiditatea, substanțele nutritive) sunt favorabili pentru alge. La rândul lor, algele participă în mod direct și indirect la îmbogățirea solului cu azot și poliglucide.

Adaptări interesante se întâlnesc la alga verde Fritschiella, care populează solurile uscate din Africa, India și Japonia. Are talul heterotrichal, cu o parte subterană cu rol de fixare și absorbție și o parte aeriană, alcătuită din filamente verzi, fotosintetizatoare.

V. Algele din izvoarele termale

Unele specii de alge sunt capabile să trăiască și să se îmnmulțească în unele condiții care par improprii pentru viață: izvoare termale, ape poluate fierbinți deversate de fabrici și uzine etc. Temperatura acestor ape este, deseori, mai ridicată decât temperaturile maxime (→ 50 ^{o}C), la care pot trăi majoritatea organismelor. Algele din apele fierbinți alcătuiesc termofitonul.

În apele termale temperatura se menține ridicată tot timpul anului, încât algele stau în stare de vegetație continuă, fără a intra în repaus. Temperatura relativ constantă și elementele minerale din apă, menținute la același nivel, determină o anumită structură a florei algale, care se poate menține aproximativ constantă, o perioadă îndelungată de timp. De exemplu, în stațiunea Karlovy-Vary (Cehia) și acum este aceeași floră algală cum a fost înregistrată cu 100 ani în urmă (după Koptiaeva, din Gorlenko, 1990).

Cele mai adaptate la aceste condiții extreme de viață sunt unele arhebacterii, unele specii de alge procariote, urmate de diatomee și alge verzi. Diatomeele și algele verzi sunt în majoritate specii euriterme, adică adaptate la variații mari de temperatură. Dintre algele verzi, aici aparțin specii ale genurilor: *Ulothrix, Oedogonium, Cosmarium*, dar și speciile: *Rhizoclonium hierogliphicum, Nitzchia amphibia.*

CONVIEȚUIREA ALGELOR CU ALTE ORGANISME

Pe lângă algele care au un mod de viață independent, există și numeroase specii care conviețuiesc cu alte organisme: bacterii, ciuperci, alte alge, plante superioare sau animale.

Relațiile dintre acestea îmbracă forme variate: epifitismul, endofitismul, parazitismul și mutualismul.

Epifitismul reprezintă modul de conviețuire când alga, cu nutriție autonomă, folosește alte plante numai ca suport. Unele alge își desfășoară întreg ciclul de viață ca epifite, iar altele parcurg numai anumite stadii din acest ciclu. Uneori epifiții, prin dezvoltarea în masă, pot produce pagube plantei gazdă (mecanice sau chiar fiziologice).

În bazinele cu apă dulce, ca epifite se întâlnesc specii de diatomee pe talul algei verzi *Cladophora*; în mări și oceane diatomeele cresc pe talul algelor brune (*Laminariales* sau *Fucales*) și roșii. În toate încrengăturile de alge există și reprezentanți epifiți. Uneori, se poate întâlni fenomenul de convergență, adică formele cocoidale de la diferite încrengături sunt asemănătoare, deși trăiesc pe alge-suport din diferite grupe sistematice.

Endofitismul este, de asemenea, un tip de conviețuire, însă alga pătrunde în interiorul organismului gazdă, se hrănește independent, fără a produce acestuia vreo daună. Alga poate desfășura în interiorul gazdei tot ciclul de viață sau numai anumite etape ale acestuia. Endofitul se poate localiza în pereții celulari sau în spațiile intercelulare. La primul tip aparține alga verde *Coleochaete nitellarum*, care se instalează în pereții celulelor internodale de la *Nitella* (*Characeae*), precum și

Endoderma (*Chlorophyceae*) care se localizează în pereţii celulari de *Cladophora*. În spaţiile intercelulare ale lintiţei (*Lemna trisulca*) se instalează alga verde *Chlorochytrium lemnae*.

Dintre xantofite, *Myxochloris sphagnicola*, trăieşte atât epi- cât şi endofit, pe suprafaţa şi în interiorul celulelor acvifere de *Sphagnum sp*. Unele alge verzi filamentoase ca *Microspora*, trăiesc în interiorul spongierului *Ficulina*. O specie de *Euglena*, fără flagel (*E. sphagnicola*) apare atât la exteriorul tulpinilor de *Sphagnum* cât şi endofit, în celulele acvifere ale acestuia. Alga verde *Trentepohlia* poate fi considerată atât endofit cât şi epifit pe ritidomul arborilor.

Parazitismul reprezintă relaţia dintre două vieţuitoare, dintre care una foloseşte gazda pentru suport, hrană şi reproducere. Deseori, unii paraziţi sunt şi patogeni, adică duc la îmbolnăvirea gazdei. Între endofitism şi parazitism există diferite de forme de trecere. De exemplu, alga verde *Cephaleuros* este o formă intermediară între endofitism şi parazitism. Ea trăieşte subcuticular în frunzele de ceai, piper, cafea şi citrice, distrugând celulele mezofilului plantei gazdă. Deoarece şi-a păstrat clorofila, poate fi considerată atât endofită cât şi parazită. Alga roşie *Harveyella mirabilis* este complet lipsită de pigmenţi fotosintetizanţi şi trăieşte ca parazit pe o altă algă roşie – *Rhodomella*.

Mutualismul sau simbioza mutualistă reprezintă o convieţuire reciproc avantajoasă între două organisme, diferite sistematic, care sunt strâns legate într-o unitate, o perioadă lungă de timp.

Drept exemplu clasic pentru simbioza mutualistă intercelulară îl reprezintă lichenii. Convieţuirea mutualistă între o algă verde din genurile *Trentepohlia, Trebouxia, Palmella, Gloeocystis*, *Coccomyxa* şi o ciupercă, de regulă generală o ascomicetă, duce la apariţia unui organism nou, de sine stătător – lichenul. Alga produce substanţă organică prin fotosinteză, iar ciuperca prin hifele sale reţine apa şi protejează celulele algei împotriva uscăciunii. Desigur că nu totdeauna relaţiile dintre algă şi ciupercă sunt atât de simple şi armonioase. Uneori ciuperca parazitează alga şi o distruge, însă unitatea lichenului se perpetuează, deoarece nu sunt distruse, prin parazitare, decât câteva celule de algă.

Algele ca endocitobionţi

Algele eucariote şi cele procariote pot trăi ca endosimbionţi intracelulari fără a-şi pierde individualitatea şi poartă numele de endocitobionţi. Pot participa la astfel de endosimbioze intracelulare unele specii de clorofite şi pirofite. Ele pot trăi în interiorul celulelor unor animale uni- sau pluricelulare ca infuzori, radiolari, hidre, spongieri, unii viermi etc. Algele care pătrund ocazional, cu hrana, în corpul acestor animale, nu sunt digerate, se adaptează la aceste condiţii neobişnuite de existenţă, fără a-şi pierde individualitatea. Prin fotosinteză produc substanţe organice pe care le pun la dispoziţia gazdei, care oferă adăpost dar şi loc pentru reproducere celulei de algă.

Alga unicelulară *Chlorella* poate trăi în celulele tractului gastric de la *Chlorohydra viridissima* (câte 15-25 exemplare), iar în *Paramecium bursaria* în jur de 1.000 celule. Celulele de *Chlorella* sunt înconjurate de o membrană de vacuolă a celulei gazdă şi cedează animalului 35-40 % din produsele sale de fotosinteză, în special glucoză şi maltoză. Celulele algei verzi ca endocitobionţi poartă numele de zoochlorele.

În mod analog, unele pirofite (dinoflagelate) pot trăi în celulele unor nevertebrate marine, cum este coralul *Pacillopara damaecornis* şi în anemona de mare (*Anthopleura elegantissima*). Celulele de dinoflagelate, care poartă numele de zooxantele, pun la dispoziţia celulei gazdă glicerină şi acizi organici.

Larvele viermelui platelmint marin *Convoluta roscofensis*, pentru a ajunge la maturare, trebuie să captureze alge verzi (*Platymonas convolutae*). Alga exportă în celula gazdă animală, în principal, aminoacizi, amide, acizi graşi, steroli şi manit şi primeşte, în schimb, acid uric.

Un copepod (*Acanthocyclops vernalis*) capturează alge verzi, dar care nu sunt digerate în tractul său intestinal. Astfel, acestea fotosintetizează şi aprovizionează gazda cu oxigen şi produse ale fotosintezei.

Unele moluşte marine nu ingerează alge întregi ci numai cromatoforii unor alge verzi sifonale, care pentru un scurt timp pot fi activi din punct de vedere fotosintetic.

În multe astfel de cazuri nu se cunoaşte prea mult despre folosul algelor din partea celulei animale, însă, din punct de vedere teoretic, acestea sunt privite drept căi posibile pentru apariţia simbiotică a celulei eucariote.

Unii simbionţi ai algelor eucariote sunt importanţi pentru parteneri, ca furnizori de compuşi organici cu azot. Diatomeea bentonică *Rhopalodia gibba* trăieşte în endosimbioză cu cianoficee fixatoare de azot molecular, încât diatomeea nu are nevoie de azot din substanţe minerale. Şi unele diatomee planctonice marine din genurile *Rhizosolenia* şi *Hemiaulus* profită de azotul atmosferic fixat de cianobacteriile endicitobiontice.

Alte exemple de endocitobionti sunt infuzorii cu zoochlorele; larvele unor libelule care conţin în celulele epiteliului tractului digestiv celule de *Euglena gracilis*; alga verde *Carteria* care trăieşte în celulele unor viermi ciliaţi.

Nutriţia algelor

În raport cu nutriţia lor, cele mai numeroase alge eucariote (şi procariote) sunt fotoautotrofe. În afară de aceasta există şi forme mixotrofe şi heterotrofe.

Algele mixotrofe conţin pigmenţi fotosintetizanţi însă îşi completează hrana cu substanţe organice pe care le absorb dim mediul înconjurător. Nutriţia mixotrofă a lor este o îmbinare între nutriţia fotoautotrofă şi heterotrofă saprotrofă. Deci, aceste alge utilizează două surse de carbon: una este CO_2 din mediu (apă sau aer) şi alta este carbonul din substanţe organice (glucide sau acizi organici).

Între mixotrofie şi autotrofie nu există limite stricte, una şi aceeaşi algă putând fi când autotrofă când mixotrofă (ex. unele specii de *Euglena, Chlorella* ş.a.).

În opoziţie cu algele mixotrofe, algele heterotrofe au pierdut pigmenţii fotosintetizanţi şi absorb, astfel, din mediul înconjurător substanţe organice gata sintetizate. Aceasta este nutriţia lor saprotrofă, întâlnită la unele crizoficee ca *Ochromonas şi Monas*.

La unele alge există şi o nutriţie fagotrofă, în sensul că au capacitatea de a îngloba în vacuolele din celula lor particule solide de hrană (ca şi animalele).

Unele alge sau numai o generaţie a lor (gametofitul sau sporofitul) pot fi şi parazite pe alte alge. Astfel, carposporofitul de la algele roşii este parazit pe gametofit. Tot la algele roşii se cunosc specii fără culoare, parazite pe alte specii de rodofite, care poartă denumirea de adelfoparaziţi.

Pe treptele inferioare de organizare şi de evoluţie a talului, cum este cea monadală, la specii înrudite se poate constata atât nutriţia vegetală fotoautotrofă cât şi cea animală prin fagotrofie. Deci, la acest nivel de organizare nu există limite tranşante, privind nutriţia, între plante şi animale.

IMPORTANŢA ALGELOR ÎN NATURĂ ŞI ÎN VIAŢA OMULUI

Datorită largii răspândiri în natură, algele eucariote au mare importanţă în mediile în care trăiesc, în circuitul substanţelor în natură dar şi pentru viaţa omului.

Fiind constituienţi de bază ai vegetaţiei acvatice, algele, ca organisme fotoautotrofe, sunt unicele producătoare de materie organică din substanţele minerale simple (apă şi CO_2). Ele reprezintă veriga iniţială a lanţurilor trofice mai lungi sau mai scurte, care duc în final la animalele bentonice şi nectonice (cefalopode, peşti, mamifere marine), în calitate de consumatori, şi care reprezintă imensa bogăţie a mărilor şi oceanelor.

Pornind de la algele unicelulare planctonice, care reprezintă producătorii primari de materie organică, trecând prin zooplancton, care se hrăneşte cu fitoplanctonul şi apoi printr-o înlănţuire multiplă de consumatori secundari, se ajunge la organismele acvatice mari (nectonul), care se deplasează activ în masa apei şi au mare importanţă direct sau indirect pentru om. Algele au şi un rol covârşitor în oxigenarea apei, cu implicaţii directe pentru existenţa vieţii animale în toate bazinele acvatice.

Prin conţinutul lor în proteine şi lipide, algele de plancton depăşesc, deseori, plantele de cultură. Prin abundenţa şi varietatea lor, vegetalele mărunte din apă determină cantitatea lumii animale din aceste bazine. Pornind de la acest fapt, în bazinele piscicole se aplică îngrăşăminte organice şi minerale, care stimulează dezvoltarea fitoplanctonului şi în mod indirect producţia de peşte.

În mări şi oceane, după nivelul de dezvoltare al fitoplanctonului, se prognozează pescuitul.

Există însă şi aspecte negative ale dezvoltării luxuriante ale unor alge microscopice în bazinele acvatice. Apa capătă un miros şi gust neplăcut. Mai mult, prin acumularea în apă a unor substanţe rezultate din metabolismul algelor, sau din descompunerea celor moarte şi căzute la fundul apei, se afectează grav calitatea apei, cu aspecte dăunătoare asupra populaţiilor animale.

Unele alge aurii (ex. *Prymnesium parvum*) şi mai ales numeroase alge procariote, prin înmulţirea lor luxuriantă, duc la aşa numitele „înfloriri ale apei" cu efecte devastatoare asupra animaleler acvatice. „Înflorirea apei" mărilor apare, de regulă generală, în apropierea coastelor, până la 250 m în larg, ca urmare a deversării unor reziduuri nutritive, care permit dezvoltarea intensă a organismelor vegetale. Aceasta se manifestă mai frecvent în perioadele calde ale anului şi este favorizată de lumina intensă şi temperaturi ridicate.

Algele reprezintă un indicator biologic al gradului de poluare a apelor deversate de fabrici şi uzine, cu substanţe toxice, reziduuri de tot felul, în urma proceselor tehnologice. Lipsa din apă a unor specii (cum ar fi diatomeele) şi prezenţa formelor mixotrofe şi fotoautotrofe ar putea fi un indiciu al începutului unei autoepurări naturale a acestor ape.

Alături de algele folositoare există şi unele alge, mari sau microscopice, care prin dezvoltarea lor în masă produc dificultăţi în aprovizionarea cu apă prin obturarea unor conducte, îngreunează exploatarea transportului acvatic şi a unor instalaţii hidrotehnice prin obturarea filtrelor unor pompe, îngreunînd astfel funcţionarea lor. În acest fel a început să se dezvolte o direcţie de cercetare privind combaterea dezvoltării algelor în bazinele acvatice cu importanţă economică mare. Pe lângă câţiva inhibitori cunoscuţi ai creşterii algelor, se pot utiliza cu succes şi unele produse de sinteză cum ar fi cloraţii, formolul, chinonele etc. Totuşi, foloasele pe care le aduc algele în bazinele acvatice sunt incomparabil mai mari decât unele neajunsuri semnalate.

Paralel cu producerea de biomasă, în bazinele acvatice are loc şi procesul invers, adică moartea algelor. Din descompunerea resturilor de alge, plante şi animale acvatice, pe fundul bazinelor cu apă, se formează un nămol fin şi uniform, alcătuit din substanţă organică, numit detritus. Acesta reprezintă hrana pentru osmotrofi (bacterii, ciuperci, actinomicete).

Pe de altă parte, prin acumularea corpurilor moarte ale diatomeelor, agelor aurii, ale unor alge verzi se formează pe fundul unor bazine acvatice, nămolul cu utilizări terapeutice; sapropelul (mâlul de putrefacţie, alcătuit din resturi de plante şi animale inferioare cu substanţe naturale) sau chiar mari depozite de roci calcaroase sau silicioase în unele bazine marine.

Algele care trăiesc în soluri duc la creşterea fertilităţii acestora. Rolul principal îl au algele procariote, dar şi unele alge eucariote (diatomee, alge verzi etc.).

Algele ca materie primă pentru ramuri industriale. Sub acest aspect, cele mai utilizate sunt algele roşii şi cele brune. Cele mai importante produse care se prepară din aceste alge, în urma prelucrării industriale, sunt agar-agarul, carragenul şi respectiv algina.

Agar-agarul se obţine prin fierberea talului unor alge roşii (*Gelidium sp.*) şi reprezintă un amestec de poliglucide. La temperatura camerei, agarul topit se transformă într-o masă densă, gelatinoasă, asemănătoare cu gelatina animală. Se poate prezenta sub formă de praf mărunţit, panglici sau plăci şi este utilizat pentru solidificarea mediilor de cultură utilizate în microbiologie, industria alimentară, farmaceutică, cosmetică etc.

Prin alte procedee tehnologice, din unele alge roşii cum ar fi *Furcellaria, Gracilaria, Phyllophora, Suhria*, se obţine agaroidul (un agar de calitate inferioară).

Agar-agar- ul şi agaroidul au largi utilizări în industria farmaceutică şi cosmetică. Nefiind digerabile de către om, acestea se folosesc drept laxative, materie primă pentru prepararea pilulelor, capsulelor, unguentelor, pastelor de dinţi. De asemenea, au largi utilizări la prepararea unor crème farmaceutice şi cosmetice.

O altă substanţă extrasă din talul algelor roşii este carrageenul cunoscut sub denumirea comercială de „extract de muşchi irlandez". Este un polimer, tot de natură poliglucidică, extras din *Chondrus crispus, Gigartina stellata, G. mamillosa*. Carrageenul are proprietăţi unice, care nu se întâlnesc la nici un stabilizator natural sau artificial.

Unele substanţe extrase din alga roşie *Delesseria sanguinea* au acţiune bacteriostatică. Alga roşie *Rhodymenia palmata* se utilizează în situaţii de febră, tulburări gastrice sau ca vermifug puternic.

Algina şi alginatele, extrase din talul algelor brune, reprezintă un înlocuitor al cleiului de origine animală. Aceste substanţe se adaugă în produsele alimentare, la obţinerea unor preparate farmaceutice, la prelucrarea pieilor, la producerea hârtiei şi stofelor, a maselor plastice sau a materialelor de construcţie.

Din algină şi alginaţi se prepară fire solubile cu largi utilizări în chirurgie.

Din alga brună *Laminaria sp.* se prepară sulfatul de laminarină, folosit ca anticoagulant. De asemenea, extrase din varza de mare (*Laminaria sp.*) sunt recomandate în profilaxia sclerozei, a dereglărilor funcţiilor glandei tiroide şi ca purgativ slab. De asemenea, la unele popoare, aceste alge brune sunt folosite în practica ginecologică şi în tratarea unor răni.

Alga brună *Sargassum linifolium*, are utilizări medicinale în tratarea afecţiunilor vezicii urinare (în India), iar *S. bacciferum* în Brazilia se utilizează ca remediu în afecţiuni renale sau pentru guşă.

Algele sunt capabile să producă şi antibiotice, ca de ex. clorelina (din alga verde *Chlorella*).

Alte alge elimină în mediu toxine, care inhibă dezvoltarea unor bacterii. Culturile de *Chlamydomonas* pot elimina din mediu unele protozoare.

Din unele alge marine se pot obține pe cale industrială unele elemente chimice. Astfel, iodul, deși în apă este în cantități foarte mici, el se acumulează în talul algei brune *Laminaria*, de unde poate fi extras. De asemenea, se mai pot extrage potasiul şi sodiul, acizi organici, manita, acetona şi multe alte substanțe.

Algele în hrana omului

În ceea ce priveşte folosirea directă a algelor de către om, pe primul loc se află algele roşii şi cele brune, aşa numitele macrofite marine.

Încă din antichitate acestea au fost utilizate în alimentația omului dar şi ca nutreț pentru vite. În țările din Extremul Orient (Japonia, China etc.) din aceste macrofite marine se prepară salate, supe, condimente picante sau chiar produse de cofetărie. Cultura pe scară industrială a acestor alge este larg răspândită în aceste țări.

În afară de calitățile nutritive, unele alge sunt bogate în vitamine, săruri de iod, brom etc. De aceea, adăugarea lor în hrana omului sau folosirea în calitate de preparate medicinale, pentru tratamentul sau profilaxia unor boli, este în continuă ascensiune. Mai puține alge verzi sunt utilizate direct ca alimente sau medicamente.

V. Tip de organizare: EMBRIOFITE - Plante terestre

A. CĂILE EVOLUŢIEI ŞI ADAPTĂRII LA MEDIUL AERIAN-TERESTRU

Evoluția este un concept care a intrat în uzul a numeroase ştiințe: astronomie, geologie, sociologie, economie, chimie, biochimie etc. În cazul de față ne referim la evoluția biologică, adică la procese prin care, pornindu-se de la viețuitoare simple, s-a ajuns în decursul timpului geologic la diversitatea de astăzi a lumii vii: procariote şi eucariote (protiste, fungi, plante, animale).

Materia vie este structurată în entități discontinue – indivizii. Individul (specimenul) nu evoluează, ci reprezintă materialul pe care experimentează evoluția. Indivizii în natură sunt grupați în populații, care reprezintă arenele de desfăşurare ale proceselor evolutive elementare ca variabilitatea (prin mutații, recombinări genetice, schimbarea concentrației genelor în populație etc.) şi selecția.

Prin evoluție se înțelege, în lumea vie, o trecere de la inferior la superior, de la mai puțin organizat la mai bine organizat şi structurat, la mai bine adaptat la mediul de viață. Se cunosc mai multe feluri de evoluții: biochimică (moleculară), convergentă, divergentă (radiație adaptativă), coevoluție (evoluție corelată), progresivă, regresivă, microevoluție, macroevoluție ş.a.

Adaptarea este un component al procesului evolutiv, prin care organizarea generală a corpului sau numai anumite organe ale unei plante sau animal, devin mai concordante cu habitatul, se integrază mai bine în mediul de viață. Evoluția se desfăşoară, deci, de la o concordanță relativă a organismului cu mediul sau spre o concordanță mai deplină, mai specializată cu acesta. Pentru a se realiza această concordanță au loc modificări structurale şi funcționle ale unor organe sau ale organismului ca întreg.

Adaptarea se realizează în câteva faze: acomodarea → aclimatizarea → naturalizarea. Adaptarea nu este predeterminată, deoarece apar mutații atât adaptative cât şi nonadaptative, care sunt supuse acțiunii selecției naturale şi astfel însuşirile organismului se schimbă potrivit mediului la momentul dat.

Legat de conexiunea cu procesul evolutiv, adaptarea poate fi de două feluri: desăvârşită, specializată şi imperfectă, nespecializată sau doar moderat specializată. Adaptarea specializată fiind prea strâmtă, limitată numai la anumite condiții de mediu, epuizează plasticitatea organismelor şi închide astfel drumul evolutiv al spiței. În comparație cu aceasta, adaptarea moderat specializată, care nu epuizează plasticitatea organismelor, dimpotrivă, deschide perspective evolutive.

În continuare se vor trata, orientativ, aspectele privind evoluția şi adaptarea în lumea vegetală după eminentul botanist al sec. XX, A. Takhtajan (1959) cu următorul cuprins:

1. Forme ale evoluției adaptative
    - 1.1. Evoluția progresivă
    - 1.2. Specializarea fără modificarea nivelului de organizare
    - 1.3. Evoluția regresivă
2. Evoluția adaptativă şi heterobatmia caracterelor

1. FORME ALE EVOLUȚIEI ADAPTATIVE

Evoluția adaptativă a unei specii sau a oricărei alte unități taxonomice se poate desfășura pe două direcții:

- adaptarea specializată la condiții relativ constante ale mediului, care sporește integrarea organismelor la acest mediu limitat;
- adaptarea moderat specializată la un mediu mai larg și mai puternic variabil, care duce la creșterea plasticității organismelor.

Adaptarea înseamnă concordanța organismelor, pentru un interval de timp, cu mediul lor de viață dar și plasticitatea lor în procesul dezvoltării istorice. În sens propriu, prin adaptare se înțelege proprietatea unui organism, structură sau însușire fiziologică, comportament sau orice posedă organismul, prin care este astfel favorizat de selecția naturală în raport cu alte alternative.

O specie care nu este adaptată la anumite condiții de mediu date, dar și cea care nu este aptă pentru o adaptare suficient de rapidă la noi condiții de mediu, este supusă pieirii. Speciile fără o plasticitate adaptativă mare au pierit în decursul erelor geologice. Astfel *Lepidodendrales* și *Calamitales* din Paleofitic au fost bine adaptate însă numai la un mediu înconjurător constant și relativ stabil. Aceste plante-ferigi n-au fost însă atât de plastice încât să se adapteze la schimbările de mediu care au urmat și astfel au pierit.

1.1. Evoluția progresivă

Se caracterizează printr-o mărire a nivelului general de organizare și perfecționare a organismelor și, implicit, a speciilor din care fac parte. Se vor prezenta în continuare progresiile speciale și cele generale.

Progresii speciale

Perfecționarea unui organ sau a unui țesut înseamnă că el își exrcită funcțiunile sale mai eficient. Astfel, perfecționarea xilemului înseamnă că elementele sale conduc mai bine apa. Baza unei astfel de perfecționări sunt modificări structurale cum ar fi transformarea traheidelor primitive cu perforații în formă de scară (scalariforme) în traheide mai perfecționate cu perforații simple.

Dacă trecem de la țesuturi separate la organe și apoi la întregul organism, imaginea devine considerabil mai complicată.

O perfecționare a organismului ca întreg este, de obicei, rezultatul modificării unui întreg șir de organe și țesuturi, dintre care fiecare se perfecționează într-o anumită direcție. Progresiunea are la origine sau perfecționarea țesuturilor și organelor vechi sau apariția de structuri noi, mai perfecționate. Într-unul dar și în celălalt caz au loc transformări structurale, datorită cărora are loc diferențierea organismului.

Dacă, de exemplu, o parte a traheidelor se transformă în trahei și cealaltă parte devine punct de plecare pentru formarea elementelor mecanice specializate, rezultatul este diferențierea histologică a țesutului conducător.

Perfecționarea organismului este, prin urmare, realizată prin diferențierea structurală, care conduce la o mai pronunțată repartizare a funcțiunilor. Gradul perfecționării este determinat nu numai de gradul diferențierii întregului dar și de gradul de integrare a părților în întreg. Dacă sporirea varietății structurale nu este însoțită și de o dependență reciprocă și coordonare a părților, aceasta nu va fi progresiune.

Interdependența crescândă, urmată și de mai accentuata punere în concordanță a funcțiunilor, dependența lor reciprocă devenind mai mare, conduc necondiționat la o oligomerizare a lor, adică la o micșorare numerică a organelor și părților lor analoage (asemănătoare). După Gaidukov (1925) (din Takhtajan, 1959) progresiunea înseamnă „un număr cât se poate de mare de diversități structurale la un număr cât se poate de mic de părți". Oligomerizarea părților de același fel a fost desemnată de către Mereshkowski (1910) ca „Legea integrării omologilor". Aceasta se evidențiază bine în evoluția florii.

În evoluția progresivă se manifestă varietatea structurală a organismului, diferențierea sa. Astfel, progresiunea conduce la o complicare treptată a organismelor. Când aceasta se desfășoară multilateral și armonios, este favorabilă pentru evoluție, deoarece ea mărește numărul combinațiilor noi și posibilitatea unor noi căi de dezvoltare. Cu cât este mai înalt nivelul de organizare, cu atât mai complicat și mai plastic este întregul organism. Astfel, ferigile sunt mai complicate și mai plastice decât *Psilophytae*- le, la rândul lor ferigile sunt depășite în această privință de gimnosperme, iar angiospermele ating cea mai înaltă complexitate și plasticitate evolutivă.

Varietatea părților și treptata integrare a lor nu concordă totdeauna cu complexitatea lor exterioară. De exemplu, floarea de *Campanula* (clopoțel) pare să fie mai simplă decât cea de *Magnolia*, însă ea a atins o diferențiere mai mare, deoarece un număr mai mic de părți omoloage și o considerabilă integrare a lor, realizează funcția de reproducere. La exterior, floarea de magnolie este mai complexă, fiind alcătuită dintr-un număr mare și nedefinit de părți omoloage, în timp ce simplitatea florii de clopoțel este rezultatul unei înalte perfecționări a părților sale omoloage în număr mai mic, care înseamnă un consum mai redus de material necesar pentru construirea lor.

În această privință se poate face o analogie cu perfecționarea construirii unor mașini și aparate de către om. Ca exemplu poate fi dat perfecționarea construirii microscopului (după Gaidukov, 1925 in Takhtajan, 1959). La microscoapele sec. XVII și XVIII ne uimește mărimea lor, multitudinea accesoriilor și ornamentațiilor de prisos, concomitent însă și eficiența lor extrem de redusă. La microscoapele moderne admirăm, invers, eficiența lor mare la cel mai mic consum de material pentru construcție. Construcție, care este realizată cu cea mai mare economie, la care toate părțile de prisos sunt îndepărtate și fiecare parte existentă îndeplinește exact și sigur funcția sa. Floarea de magnolie se poate compara cu un microscop arhaic și cea de clopoțel cu un microscop perfecționat. Modificările progresive eliberează organismul de îngrădiri prea strânse în relațiile cu mediul înconjurător. Acest fapt dă organismelor posibilitatea de a ocupa în natură noi habitate, de a coloniza noi nișe de viață și astfel răspândirea lor în spațiu și timp.

Modificările progresive ale plantelor iau naștere ca adaptări la două tipuri principale de mediu: la început la mediul acvatic și mai târziu la cel aerian-terestru, în general, și nu la condiții izolate ale unui astfel de mediu. De aceea adaptările progresive au caracter general sau am putea spune universal. De exemplu, apariția traheilor din traheide nu a fost o adaptare la vreo condiție specială de mediu, ci o adaptare care a ușurat curentul de fluid (sevă brută) în xilem în orice condiții ale vieții de uscat. Alte exemple pentru adaptări progresive la mediul aerian-terestru sunt: apariția arhegoanelor și anteridiilor, formarea frunzelor, a sporangilor, trecerea de la homosporie la heterosporie, apariția strobilului, a florii, a tubului polinic, a fertilizării duble ș.a. Ca urmare a unor astfel de adaptări generale, crește nivelul de organizare al plantelor, se lărgește aria lor de răspândire. Apariția a astfel de adaptări are ca efect faptul că plantele ocupă treptat tot mai mult din mediu, dobândesc controlul asupra sa și treptat devin tot mai independente de anumite condiții speciale de mediu. Apariția și perfecționarea sistemului conducător, a epidermei cu stomate, a ligninei și cutinei etc. a făcut posibilă expansiunea pe uscat a plantelor superioare, în timp ce apariția ovulelor și mai târziu a tubului polinic a făcut ca procesul de fertilizare să fie independent de prezența apei fluide. Aceste adaptări progresive se dovedesc extrem de stabile și trăsăturile lor esențiale se transmit prin evoluția progresivă în continuare. Această durabilitate a adaptărilor, transmise din generație în generație, este explicabilă prin aceea că ele au o mare însemnătate biologică și se dovedesc utile organismelor în condiții de viață extrem de variate.

Modificările progresive pot fi mici, abia detectabile, până la mari și clar pronunțate. Majoritatea acestor adaptări duc la o perfecționare în continuare a structurilor separate, fără ca întregul oragnism să se modifice fundamental și nivelul general al organizării sale să sufere schimbări esențiale.

Ca astfel de modificări progresive se pot aminti: trecerea de la traheidele cu perforații primitive scalariforme la traheide cu perforații simple, apariția traheilor din traheide, trecerea de la floarea actinomorfă la cea zigomorfă, de la florile cu petale libere la cele cu petale concrescute, trecerea de la gineceul choricarp la cel coenocarp, de la flori cu număr mare și nedefinit de elemente reproducătoare la cele cu număr mic și stabil, de la ovarul superior la cel inferior mai bine protejat și apărat. În toate aceste cazuri, modificările progresive sunt mai mult sau mai puțin limitate, afectează numai anumite structuri și nu cuprind organismul ca întreg. Toate aceste modificări sunt și progresive, deoarece au ca efect o perfecționare a uneia sau a altei laturi a activității vitale a organismului, fără ca aceasta să-și piardă plasticitatea sa, adică fără să aibă loc o specializare îngustă.

Un bun exemplu pentru o astfel de progresiune specială îl reprezintă feriga acvilă (*Pteridium aquilinum*) la care au apărut trahei autentice din traheidele scalariforme. S-a perfecționat, astfel, sistemul de conducere al apei, ceea ce nu în mică măsură a contribuit la marea adaptabilitate și răspândire a acestei ferigi. Perfecționarea sistemului de conducere nu a schimbat totuși la această ferigă organizarea sporofitului ca întreg și majoritatea celorlalte adaptări ale sale n-au depășit nivelul general de dezvoltare - (ferigi) pteridofite.

Prin modificări progresive cu caracter special, analoage, au luat naștere cele mai multe ordine ale angiospermelor. Progresiunile speciale reprezintă forma obișnuită a progresului evoluționist.

Pe lângă apariţiile destul de numeroase şi obişnuite de progresiuni speciale, în evoluţia regnului vegetal sunt cunoscute şi cazuri mai rare de progresii generale.

Progresii generale

Se caracterizează prin apariţia unor modificări progresive, care ridică considerabil nivelul organizării întregii plante şi apar astfel clase şi tipuri noi, înalt organizate, mai dezvoltate. Deosebirea faţă de progresiunile speciale este că se perfecţionează nu numai ţesuturi şi organe separate, ci organismul ca întreg. Perfecţionările organismului sunt generale, multilaterale şi fundamentale.

J. Huxley caracterizează progresul în lumea vie astfel: „Progresiunea este perfecţionarea biologică multilaterală". Definiţia este valabilă numai pentru progresiunea generală.

Ca exemple de progres general pot fi date: apariţia proceselor sexuale, formarea multicelularităţii, apariţia organizării telomice la primele plante superioare terestre, apariţia sporangilor şi a celorlalte caracteristici legate corelativ cu aceasta. Un exemplu de progresiune generală fundamentală este apariţia frunzelor, ca organe ale fotosintezei, fapt care a dus nu numai la intensificarea fotosintezei şi a respiraţiei, dar s-a răsfrânt asupra întregii activităţi vitale a plantei, ridicând nivelul ei general de organizare.

La o perfecţionare la fel de fundamentală şi multilaterală au condus şi unele modificări progresive în procesul de fertilizare, legate mutual şi care se completează reciproc. Un exemplu în acest sens îl reprezintă angiospermele, la care evoluţia florii a fost legată corelativ cu fertilizarea dublă, dar şi cu modificări progresive ale organelor vegetative.

Ca rezultat al progresului general iau naştere linii de evoluţie progresive noi şi noi tipuri de organisme dominante.

Progresul general se exprimă şi prin succesiunea tipurilor dominante de plante, care a avut loc în decursul istoriei regnului vegetal.

Fiecare grupă predominantă nouă ca *Psilophytae*- le, ferigile, gimnospermele şi angiospermele se caracterizează nu numai prin organizarea ei mai înaltă comparativ cu grupele premergătoare ci şi prin varietarea ei morfologică şi ecologică mai mare. Fiecare grupă nou apărută se evidenţiază de fiecare dată, prin plasticitate ecologică mai mare, printr-o capacitate mai mare la evoluţia adaptativă în cele mai diferite direcţii.

Alternanţa succesivă a astfel de grupe dominante este o dovadă convingătoare pentru realitatea progresului în evoluţia lumii organice. J. Huxley (1942) citat după Takhtajan (1959): „progresiunea generală reprezintă modul conducător al evoluţiei adaptative; ca fir roşu ea se întinde prin întreaga istorie a lumii organice".

Totuşi, numai puţine direcţii ale dezvoltării evoluţioniste duc „către în sus", adică se află pe calea progresului general. Un eveniment extraordinar în evoluţia regnului vegetal, cu valoarea unui progres general foarte mare a fost apariţia plantelor superioare, numite de Takhtajan, *TELOMOPHYTA*. În evoluţia ulterioară a lor, liniile de dezvoltare progresivă cele mai importante au fost ferigile, gimnospermele şi angiospermele. Fiecare dintre aceste încrengături a însemnat o nouă ridicare a nivelului de organizare, o nouă progresiune evoluţionistă generală. Cu fiecare treaptă de evoluţie, plasticitatea evoluţionistă a devenit mai mare şi viteza evoluţiei a crescut cu cât ne-am apropiat de timpurile actuale. La unele tipuri ca *Lycopsida* şi *Sphaenopsida* (*Articulatae*) modificările progresive au avut un caracter special şi puternic limitat, încât nu au favorizat dezvoltarea progresivă în continuare a acestor tipuri. Mai mult decât atât, aceste două tipuri sunt în declin evoluţionist.

1.2. Specializarea fără modificarea nivelului de organizare

Spre deosebire de evoluţia progresivă, specializarea în evoluţie reprezintă o adaptare limitată, legată de anumite condiţii de existenţă speciale sau aşa numita „perfecţionare biologică unilaterală" (J. Huxley, 1942). În specializare, modificările adaptative au un caracter limitat şi se referă numai la părţi separate şi de nivel inferior al organismului.

Evoluţia, după tipul specializării, este legată cu progresiunea specială prin tranziţii treptate şi astfel se deosebeşte puternic de progresiunea generală. În timp ce progresul general al organizării se evidenţiază prin trăsături generale, care se menţin o perioadă îndelungată de timp, în evoluţia prin adaptări speciale, acestea nu se caracterizează prin stabilitate. Este vorba de un tip răspândit al evoluţiei adaptative, la care organismul nici nu-şi diversifică nici nu-şi simplifică organizarea sa. Dezvoltările într-un plan sunt mai larg răspândite decât procesele progresive sau regresive.

Adaptările speciale sau „idioadaptările" (Severţov, 1931) există la toate organele. Întreaga organizare, a plantelor şi animalelor, se compune, în toate perioadele dezvoltării lor istorice, dintr-o multitudine de adaptări speciale. Între acestea se numără adaptările specifice care măresc rezistența la uscăciune a plantelor, și în general adaptările, care vizează rezistența la toate celelalte influențe externe nefavorabile de mediu (temperaturi scăzute sau înalte, umiditate sau uscăciune excesivă, conținut prea ridicat de săruri, umbrirea sau insolația etc.). Aici aparțin și adaptările speciale pentru polenizarea florilor, răspândirea fructelor și semințelor, diferite adaptări pentru înmulțirea vegetativă etc.

În cazurile când evoluția se desfășoară numai pe calea adaptărilor speciale, în organisme au loc modificări, fără ca aceasta să evolueze vizibil. În acest mod se explică de ce forme cu caractere extrem de primitive au putut să se mențină o perioadă îndelungată de timp. Supraviețuirea unor plante cu caractere primitive cum ar fi *Psilotum, Tmesipteris*, genul *Lycopodium*, ferigile eusporangiate și *Cycadaceae*- le se explică prin faptul că evoluția lor în decursul timpului s-a desfășurat numai pe calea adaptărilor speciale.

Dacă evoluția lumii organice s-ar fi desfășurat numai pe calea progresului general, atunci pe Terra ar trebui să se afle numai ființe înalt organizate fără caractere primitive. În evoluția regnului vegetal ca și a celui animal, după o perioadă de timp a progresului general, începe de fiecare dată o perioadă în care predomină formarea de adaptări speciale. Perioadele de progres general sunt punctele nodale ale evoluției, după care începe un proces amplu al dezvoltării de adaptări speciale.

Această alternanță de perioade ale progresului general cu acelea ale idioadaptărilor a fost scoasă în evidență în special de Severțov (1931).

Ca rezultat al evoluției, pe calea adaptărilor speciale, urmașii unui precursor modificat progresiv, se răspândesc intensiv, își lărgesc arealul și manifestă capacitate adaptativă la condiții noi de mediu. În condiții diferite de existență iau naștere diferite direcții ale specializării și grupa inițială a precursorului se împarte în grupe fiice mai puternic specializate, care ocupă diferite nișe ecologice. Se înfăptuiește astfel o radiație adaptativă, adică o evoluție divergentă (Darwin, 1859). Aceasta a fost formulată de Osborn ca „legea radiației adaptative".

Un exemplu de radiație adaptativă, care survine după o progresiune generală, sunt *Psilophytatae*- le, o grupă paleofitică de plante de uscat primitive. Apariția *Psilophytatae*-lor, din unele alge verzi terestre, a reprezentat un progres general foarte important în evoluția regnului vegetal. De evoluția acestora este legată apariția unor adaptări generale ale plantelor la viața de uscat: apariția fasciculelor conducătoare și a stelului, a epidermei cu stomate, a ligninei și a cutinei. După acest progres general, a început foarte de timpuriu și specializarea *Psilophytatae*- lor. Pe lângă forme extrem de primitive în organizarea corpului lor, au început să apară și forme cu caractere progresive, ba chiar tipuri specializate. Au apărut și forme secundar acvatice ca *Zosterophyllum* și *Taeniocrada*. Cele mai multe erau micorizante. În acest exemplu se poate vorbi de o radiație adaptativă clar pronunțată.

Adaptările speciale la *Psilophytatae*, ca și la alte grupe de organisme, au apărut pe cale naturală, atașate la progresul general, dar și independent și concomitent cu acesta.

Fiecare plantă, fiecare organism, trăiește mereu într-un anumit mediu concret și de aceea nu poate exista fără adaptări speciale la aceste condiții de existență. Organisme cu adaptări generale și cărora să le lipsească adaptările speciale nu au existat niciodată. În decursul unei perioade a progresului general se dezvoltă numai adaptări speciale, care nu abat evoluția din drumul ei.

Ca exemplu al evoluției adaptative pot servi și ferigile cu germeni (Pteridospermalele). Apariția lor a reprezentat un mare progres în istoria dezvoltării plantelor superioare, începutul evoluției plnatelor cu semințe (spermatofite). Încă din primele perioade ale evoluției Pteridospermalelor a început o puternică radiație adaptativă, iar rezultatul acesteia a fost dezvoltarea în diferite direcții a acestei grupe primitive a gimnospermelor. Au apărut diferite forme de viață erbacee și lemnoase, printre care și liane. O mare diversitate au atins frunzele lor și mai ales sistemul de conducere. Evoluția adaptativă a lor le-a permis șă-ți lărgească puternic arealul și să ocupe cele mai diverse locuri de viață stabile.

Un alt exemplu concludent al radiației adaptative îl constituie evoluția angiospermelor primitive. Apariția angiospermelor a fost un eveniment de mare importanță în evoluția lumii organice și a reprezentat un progres general la scara întregii vieți pe Terra. De la începutul apariției lor, angiospermele s-au evidențiat printr-o puternică radiație adaptativă și prin formarea unui mare număr de forme de viață, care erau adaptate la condiții de existență foarte variate. Angiospermele s-au dovedit mai plastice decât orice altă grupă anterioară de plante, încât ele au ocupat, într-un timp geologic scurt, o poziție dominantă pe uscat. Ordinul recent *Magnoliales*, care incontestabil sunt cele mai primitive angiosperme cunoascute, reprezintă o ilustrare clară a radiației adaptative. Fiecare dintre grupele fiice apărute prin radiație adaptativă, poate, la rândul său să devină centrul unei noi radiații.

Cu cât sunt mai puțin specializate aceste grupe fiice, cu atât mai probabilă este, de regulă, radiația lor adaptativă în continuare. Astfel, în interiorul ord. *Ranales*, derivate din *Magnoliales*, se pot urmări grupe fiice derivate prin radiație adaptativă, iar reprezentanții lor, cu forme de viață diferite, s-au răspândit pe pământ în zone temperate și subtropicale.

Căile și direcțiile radiației adaptative la diferite grupe ale angiospermelor sunt, în multe privințe, asemănătoare. Aceste asemănări ale căilor de specializare sunt determinate prin aceea că tipurile inițiale de mediu sunt asemănătoare.

Direcția specializărilor ecologice și tipul formei de viață sunt determinate prin factorul de mediu dominant. După cum factorul de mediu dominant este uscăciunea, temperaturi scăzute, surplusul de săruri etc., se vor întâlni la angiosperme direcții ale specializării ecologice: higrofile, xerofile, psichrofile, halofile etc. În zone polare și în ținuturile munților înalți, evoluția angispermelor s-a desfășurat pe linia dezvoltării adaptărilor psichrofile. Pe stâncile ținuturilor alpine se dezvoltă forme de viață psichroxerofile. În ținuturile aride se înregistrează o evoluție xerofilă a angiospermelor, în timp ce în pustiurile subtropicale și tropicale iau naștere numeroase adaptări termoxerofile. Pe soluri sărăturate se dezvoltă forme de viață specifice – halofile.

Relațiile biotice reciproce, extrem de variate, în condiții de viață extrem de diverse, duc la apariția de forme de viață ca epifite, liane, plante carnivore etc.

Specializarea ecologică a angiospermelor, care se desfășoară pe căi diferite și în diferite direcții, creează o uimitoare varietate de forme, care impresionează și azi, pe întreaga suprafață a pământului. Fiecare specializare ecologică este caracterizată printr-o anumită unilateralitate în construcția și funcționarea organismelor. Orice specializare strictă este rezultatul unei adaptări unilaterale la condiții de existență cu totul specifice, stricte și relativ constante. În cadrul acestei specializări, dezvoltarea unor organe este adesea însoțită de reducerea altei părți. Ca exemple se pot da adaptările unor specii acvatice și palustre, plantele carnivore, xerofitele și suculentele, halofitele, specializatele epifite și liane etc.

La fiecare specializare, organismul se adaptează la anumite condiții specifice și limitate. Existența istorică a unei astfel de specii este limitată la timpul în care mediul de viață respectiv există. De asemenea, existența organismului este determinată și de faptul dacă tempoul evoluției speciei concordă cu tempoul în care acest mediu se modifică. Specializarea fiind o „progresiune pentru un țel limitat" (W. Kovalevski) duce concomitent și la o restrângere a posibilităților de evoluție morfo-fiziologică în continuare. Cu specializarea crescândă, capacitatea de adaptare devine din ce în ce mai mică. Ca urmare a specializării lor unilaterale, formele specializate nu se pot adapta și evolua într-o altă direcție și de aceea dispar. În multe cazuri, modificări neînsemnate ale mediului unei anumite specii, pot duce specia respectivă la pieire. Pieirea este consecința evoluției prea lente a unui organism prea specializat, care nu poate ține pasul cu modificarea uneori rapidă, a condițiilor de existență.

Adaptările mai largi la mediul înconjurător asigură un progres morfo-fiziologic mai bogat în perspective. Organismul prea încărcat cu specializări limitate, stricte, limitează și mai mult posibilitățile de evoluție adaptativă.

De aceea, evoluția spre o grupă mai perfecționată nu pornește de la reprezentanții mai târzii și specializați, ci de la cei mai primitivi și nespecializați (legea evoluției din nespecializat – enunțată de F. Cope (1904).

Desfășurarea evoluției regnului vegetal confirmă pe deplin această lege. Plantele de uscat primitive – Psilophytale-le au reprezentat punctul de plecare pentru apariția ferigilor, din care apoi au evoluat gimnospermele. Acestea însă au apărut nu din ferigile cele mai evoluate-leptosporangiatele heterospore (*Marsileales* sau *Salvineales*), ci din foarte primitivele ferigi primare paleofitice – *Archaeopteridales* din subclasa *Primofilices*. Grupul vast al angiospermelor nu a derivat din gimnospermele evoluate, specializate din clasa *Chlamydospermae* (*Gnetales* sau *Wewitschiales*), nici din tipul *Benettitales* cu prima floare bisexuată din regnul vegetal, ci din gimnospermele primitive cu poziție intermediară între *Pteridospermales* și *Bennettitales*.

În interiorul angiospermelor, grupele mari au derivat, de asemenea, din reprezentanți cu caractere primitive, nespecializate (*Magnoliales*, *Ranales* etc.). Monocotiledonatele au derivat din dicotiledonate primitive etc. Întrega linie de dezvoltare prezintă caracterul progresului general, însă posedă numeroase ramuri laterale care se dezvoltă pe calea adaptărilor speciale. În concluzie, tipurile mai apte pentru o radiație adaptativă multilaterală își au originea în predecesori puțin specializați.

Condiția de bază pentru ca un grup să prezinte posibilități evoluționiste maxime este dezvoltarea armonioasă a adaptărilor în care organismul să nu fie supraîncărcat cu adaptări unilaterale, stricte. Cea mai mare plasticitate evoluționistă prezintă o specie de uscat mezofilă, fotoautotrofă, care să nu prezinte adaptări la modul de viață parazitar, să nu posede adaptări xerofile sau higrofile şi fără posibilități de a se încolăci sau a se cățăra pe suporturi etc. Aceste posibilități se pot evidenția cel mai adesea la mezofitele pădurii. Cu toate că tempoul evoluției mezofitelor din zonele temperate şi subtropicale este relativ mic, totuşi aceste specii, la trecerea în condiții noi de mediu, sunt capabile de transformările cele mai mari. Invers, la xerofitele din pustiuri, în ciuda tempoului ridicat al formării speciilor noi, sunt apte, în mai mică măsură, la modificări progresive generale ale organizării corpului lor. În concluzie, mezofitele prezintă o mai mare capacitate pentru progresul general, pentru dezvoltarea adaptărilor generale, în timp ce la xerofile, posibilitatea formării de specii noi se bazează mai ales pe adaptări speciale şi stricte.

1.3. Evoluția regresivă (degenerarea generală)

Aceasta reprezintă o degradare a structurilor, un regres morfo-biologic general al organismului.

Cu cât devin mai simple condițiile de existență ale unui organism cu atât mai mult se simplifică organizarea sa generală. Când condițiile de existență se simplifică la maximum organismul este supus unei regresiuni generale, unei degenerări generale. Acest lucru se exemplifică cel mai bine la speciile acvatice şi la cele parazite (mai ales endoparazite), dar se poate evidenția şi la viețuitoarele troglobionte.

Între speciile parazite se găsesc cazuri extreme de organisme simplificate la maximum, datorită simplificării funcțiilor fiziologice. O plantă parazită pierde unul dintre organele ei cele mai importante-frunza, iar în locul rădăcinilor complicat organizate apar haustorii (sugătorii). Cu toate acestea viața individului şi a speciei nu are de suferit, dimpotrivă, în ciuda evoluției regresive, survine frecvent o dezvoltare biologică a speciei. La multe specii parazite şi acvatice are loc o creştere numerică a indivizilor concomitent cu lărgirea arealului speciilor. La aceste specii, adaptabilitatea (capacitatea de adaptare) dar şi plasticitatea acestora scade puternic, proporțional cu degenerarea. În ciuda dezvoltării biologice a multor specii de paraziți, trecerea la endoparazitism reprezintă, din punct de vedere evolutiv, o regresiune neîndoielnică.

În legătură cu simplificarea relațiilor reciproce dintre un organism şi mediul său de viață, dispar nu numai un mare număr de adaptări speciale, dar spre deosebire de specializare, regresează şi multe adaptări generale. Atât la speciile superioare acvatice cât şi la endoparaziți, o adaptare generală atât de importantă ca sistemul conducător, suferă o reducere mai mult sau mai puțin puternică.

Regresiunea generală a unui organism, respectiv specie, este opusul progresiunii generale. În cazul progresiunii generale nivelul organizării generale este mai ridicat şi activitatea vitală devine mai intensă şi mai diversificată. La degenerare se realizează o simplificare morfo-funcțională a organismului dar şi nivelul organizării scade.

Marea varietate de forme ale evoluției adaptative se poate reduce la trei tipuri de bază, prezentate până acum: progresiune, specializare şi regresiune. Cele trei moduri, în care acționează evoluția în lumea vie, sunt legate între ele în mod inseparabil. Astfel, evoluția progresivă este, de obicei, însoțită şi de o specializare care merge în diferite direcții şi uneori chiar de modificări regresive ale unor structuri separate. În cazul unei regresiuni se poate, uneori, observa o dezvoltare progresivă a unor părți separate. De exemplu la antofita *Rafflesia arnoldi* se reduce şi rădăcina ca urmare parazitismului, însă concomitent are loc o dezvoltare progresivă a florii (care ajunge până la 1m în diametru). Specializarea, care ocupă întrucâtva o poziție intermediară între evoluția progresivă şi regresivă, este legată prin tranziții continue între cele două modalități de evoluție şi de regulă generală le însoțeşte. Există şi situații când la analiza liniilor de evoluție separate nu se poate hotărî, cu precizie, care mod de evoluție este prezent.

2. EVOLUȚIA ADAPTATIVĂ ŞI HETEROBATMIA CARACTERELOR

În procesul evoluției adaptative a organismelor se observă o legătură corelativă, mai mult sau mai puțin clară, în transformarea organelor şi țesuturilor. Aceste coordonări între diferitele părți ale organismului sunt diferit reliefate. Când funcționarea unui organ este neapărat necesară, pentru funcționarea altui organ sau altor organe, se poate evidenția un adevărat lanț morfo-fiziologic de coordonări (Severțov, 1931, citat din A Takhtajan, 1959).

Alte lanțuri de coordonări funcționale şi structurale se pot evidenția între diferitele elemente ale sistemului conducător al lăstarului, între nervațiunea frunzei şi dispoziția stomatelor, între diferite părți ale florilor înalt specializate.

Alteori, nu se pot reliefa relații funcționale clar pronunțate între elemente ale diferitelor structuri, cum ar fi evoluția sporangilor și a gametangilor, între sistemul de conducere al lăstarului și al florii, între evoluția staminelor și fructelor. Din acest motiv, evoluția acestor părți ale organismului, care aparțin la diferite lanțuri de coordonări, se realizează relativ independent una de alta și de aceea și cu viteză diferită.

Cercetările de morfologie comparativă la viețuitoarele recente, ca și datele paleontologice, confirmă evoluția relativ independentă a multor caractere. De multe ori, se recunoaște clar, că unele organe, țesuturi sau caracteristici separate evoluează mai repede, altele mai lent, în timp ce a treia parte rămân o perioadă îndelungată de timp la un nivel primitiv de organizare, în contrast cu toate celelalte părți ale organismului. Paleontologul belgian Louis Dollo a denumit acest fenomen „încrucișarea specializărilor", Arber și Parkin (1907) „legea stadiilor de evoluție corespondente"; Kozo-Polyanski (1940) „legea heterocroniei caracterelor" (după A.Takhtajan, 1959).

Deoarece aceste formulări nu au fost prea bine alese, A. Takhtajan (1959) a propus ca acest fenomen al evoluției în trepte diferite să fie denumit „Heterobatmia caracterelor" (gr. bathmos – treaptă), sintagmă utilizată și de F. Ehrendorfer (în Strasburger, 1999).

Ca rezultat al heterobatmiei, la una și aceeași specie se pot găsi caractere structurale relativ primitive (plesiomorfe), deci pe o treaptă de dezvoltare inferioară, și caractere derivate, de superioritate (apomorfe). La aceste specii se reunesc caracterele cu grade diferite de dezvoltare evoluționistă. Această heterobatmie a caracterelor, structurale și funcționale ale unui taxon, are mare importanță pentru construcțiile filogenetice. Între un taxon cu caractere primitive și altul cu caractere derivate, pentru a se stabili o legătură filogenetică, trebuie să stea un al treilea taxon (real sau ipotetic) la care ambele caractere se găsesc pe o treaptă primitivă de dezvoltare.

Pe baza cercetărilor asupra heterobatmiei, la diferite grupe de plante superioare, s-a ajuns la concluzia că gradul heterobatmiei depinde atât de gradul dependenței coordonării caracterelor, cât și de modul evoluției adaptative, dar și de nivelul de dezvoltare al taxonului dat (Takhtajan, 1959).

După cum se știe, spre deosebire de cele mai multe animale, la plante, legăturile corelative între diferite organe în dezvoltarea lor ontogenetică ca și în dezvoltarea lor istorică, sunt mult mai slab pronunțate. Aceasta este cauza pentru care heterobatmia evoluționistă a caracterelor este mult mai frecventă la plante decât la animale, prevăzute cu sistem nervos și umori, care reglează dezvoltarea corelativă a părților și organelor.

Dacă și la plante ar fi o completă coordonare a dezvoltării structurilor și caracterelor, atunci nu s-ar mai observa nici o heterobatmie. Cele mai clare exemple ale heterobatmiei evoluționiste a caracterelor se află la acele organe și părți ale plantelor, care sunt legate mai puțin prin relații de coordonare.

Exemple remarcabile în această privință, sunt diferențele în tempoul evoluției și implicit în nivelul de organizare al gametofitului și sporofitului, la multe grupe de plante pe diferite trepte de organizare sau între sfera vegetativă și reproducătoare a sporofitului însuși.

O analiză a heterobatmiei la diferite grupe sistematice de pe diferite nivele de evoluție, duce la constatarea că aceasta depinde nu numai de relațiile de coordonare mai stabile, ci și de nivelul de organizare și modul evoluției morfologice.

Numeroase date de fitopaleontologie comparată, dar și cercetări morfo-structurale comparative asupra angiospermelor actuale, arată că heterobatmia este mai pronunțată la reprezentanții primitivi ai acesteia (*Magnoliales, Trochodendrales, Ranales* ș.a.).

Astfel, la *Trochodendraceae* și *Tetracentraceae* (ord. *Trochodendrales*) sistemul conducător este homoxil (alcătuit numai din traheide, fără trahei) dar în organizarea florii apar o serie de caractere derivate (de superioritate): flori bisexuate polimere cu petale, gineceu sincarp, polenizare entomofilă. Situația este inversă la *Magnoliales*, unde în sistemul conducător, mai înalt organizat, apar și trahei (tuburi vasculare), însă florile au o organizare primitivă, cu numeroase stamine și carpele libere, dispuse spiralat pe un receptacul alungit, cilindric. La *Ranunculaceae*, familie botanică eterogenă, numeroasă, există unele genuri ca *Aconitum* și *Delphinium* cu gineceu apocarp (caracter plesiomorf), dar și cu simetrie zigomorfă (caracter apomorf). La genul *Ranunculus* se află atât caractere primitive în organizarea florii (gineceul policarpelar apocarp, receptacul alungit), dar și caractere de superioritate cum ar fi carpela cu un singur ovul, fruct indehiscent. La genul *Nigella*, fiecare carpelă conține mai multe ovule (caracter de inferioritate), în timp ce carpelele sunt concrescute ± puțin. Heterobatmia caracterelor la angisopermele care stau pe treapta superioară de evoluție estre mult mai slab pronunțată.

O situaţie analoagă se întâlneşte şi între gimnosperme şi anume la cei mai primitivi reprezetanţi dintre *Pteridospermales*, *Bennettitales* şi *Cycadales*.

Astfel, la *Pteridospermales* frunzele corespund tipului primitiv (de ferigă, penat-sectate), dar posedă şi ovule din care iau naştere un fel de seminţe (germeni), ceea ce reprezintă un caracter progresiv, de superioritate. La *Bennettitales* mezofitice microsporofilele sunt repetat ramificate (caracter primitiv de ferigă), iar megasporofilele au o organizare progresivă (caracter de superioritate). La o *Cicadaceae* actuală *Stangeria* (cu o specie sudafricană) pe lângă frunze primitive de ferigă posedă strobile înalt organizate. La *Cycas* megasporofilele sunt cu mult mai primitiv organizate decât microsporofilele şi se pot deduce ca derivând din frunzele ferigilor.

Astfel de caractere de heterobatmie ar fi foarte greu de găsit la gimnospermele evoluate cum ar fi *Cupressaceae*- le, *Ephedraceae*- le sau *Gnetaceae*- le.

Dacă coborâm şi mai mult „scara în trepte" a evoluţiei plantelor vasculare ajungem la *Pteridophyta*, unde se pot evidenţia aceleaşi fenomene. Între ferigile recente heterobatmia evoluţionistă a caracterelor se poate urmări la ferigile eusporangiate (mai primitive) şi mai ales la *Ophioglossales*. După construcţia sporofilei, care este divizată în mai multe segmente, genurile *Botrychium* şi *Helminthostachys* sunt cele mai primitive, în timp ce genul *Ophioglossum* stă cel mai sus, deoarece sporofila este întreagă, nedivizată şi numai trofofila (partea sterilă a frunzei) este uneori crestată sau dichotomic ramificată. Nervaţiunea ambelor segmente ale frunzei la *Botrychium* şi *Helminthostachys* este dichotomică (caracter primitiv, plesiomorf), în timp ce la *Ophioglossum* este reticulată (caracter de superioritate – apomorf). Cea mai simplă dispoziţie a sporangilor se află la unele specii ale genului *Botrychium*. Aceştia stau solitar pe marginea ramificaţiilor sporofilei şi nu sunt concrescuţi (caracter de primitivitate). În schimb, în fiecare sporange se află numai 1.500-2.000 spori. Faţă de aceasta, sporangiile genului *Ophioglossum* sunt cufundate în ţesutul segmentului sau sunt concrescute în două sinangii lungi situate de-a lungul marginilor segmentului (caracter apomorf). În schimb, în fiecare sporange se află până la 15.000 spori (caracter plesiomorf).

După construcţia sporofitului, cel mai simplu este genul *Botrychium* şi invers, după construcţia gametofiţilor, cele mai primitive trebuie considerate genurile *Ophioglossum* şi *Helminthostachys*. Aceştia sunt cilindrici, iar la multe specii de *Ophioglossum* protalul (gametofitul) se poate ramifica în direcţii diferite şi creşterea terminală poate continua un timp nedeterminat (caractere plesiomorfe). La *Botrychium* protalul (gametofitul) este superior organizat, fiind aplatizat şi fără creştere nedeterminată (caracter apomorf).

La grupul vast *Bryophyta* (Plante-muşchi) exemple de heterobatmie evoluţioniste se pot evidenţia la grupa primitivă a *Anthocerotales* (Muşchii cu corn). La acestea, pe lângă un gametofit puternic simplificat şi specializat, adică planta propriu-zisă, cu aspectul unui tal de algă, ca un disc lobat, fixat de sol cu ajutorul rizoizilor, se află un sporofit extrem de redus, primitiv, redus la capsulă (fără setă), iar partea de sporofit, care dă naştere capsulei, creşte continuu printr-o zonă meristematică terminală. Heterobatmia caracterelor este slab pronunţată la forme superior organizate (muşchi frunzoşi).

În concluzie, cu cât mai apropiată este o grupă de organisme de tipul ancestral (originar) cu atât sunt mai frecvente la această grupă fenomene de heterobatmii evoluţioniste ale caracterelor. Aceasta se explică, probabil, prin aceea că, la apariţia unei noi ramuri de dezvoltare filogenetică (spiţă) se realizează o transformare mai mult sau mai puţin profundă a organizării, care duce la distrugerea lanţurilor de coordonări vechi şi la formarea a noi lanţuri de coordonări (A. Takhtajan, 1959).

În procesul evoluţiei în continuare, heterobatmia, apărută în acest mod, tinde spre o nivelare a nivelului de organizare şi specializare al diferitelor caractere ale uneia şi aceleiaşi specii.

Egalizarea între nivelurile de organizare ale diferitelor caractere se datorează şi faptului că este realizată o coordonare adaptativă largă în evoluţia diferitelor organe. Printre acestea se află şi unele, care, în dezvoltarea individuală, nu sunt legate împreună decât prin corelări structurale şi funcţionale. Legătura între caractere, care aparţin diferitelor lanţuri de coordonare, este realizată prin procesul selecţiei naturale. Astfel de coordonări adaptative sunt în legătură cu specializarea faţă de anumite condiţii de mediu, care influenţează organismul ca întreg. Un exemplu concludent îl reprezintă xerofitele, care sunt adaptate climei aride din deşerturi şi stepe. La aceste plante nivelarea tempourilor evoluţiei este foarte ridicată. De aceea, la xerofite numai rar se poate întâlni o heterobatmie a caracterelor, care se întâlneşte atât de frecvent la mezofite.

Astfel, specializarea, care se sprijină pe larga coordonare adaptativă a caracterelor morfo-funcţionale, duce la nivelarea vitezelor evoluţiei progresive. În multe cazuri de evoluţie regresivă, care duce la o degradare parţială morfo-funcţională a organismului, are loc o dezvoltare a heterobatmiei caracterelor.

În cazul evoluției regresive are loc „o înlăturare a corelărilor și coordonărilor deja existente" (Schmalhausen, 1940, citat din Takhtajan, 1959). Această descompunere a lanțurilor de coordonări constituie premiza apariției heterobatmiei. Are loc o simplificare numai a unor părți de organe, în timp ce celelalte organe păstrează vechiul nivel de structură și funcție. Exemple de heterobatmie se pot da la plantele de apă și parazite. La *Cassytha* (Fam. *Lauraceae*) se observă cum organele vegetative au atins o înaltă simplificare și specializare (sunt parazite cuscutiforme, fără frunze și fără clorofilă), iar cele reproducătoare s-au oprit în evoluție (stamine cu antere biloculare cu deschidere valvată). Situația este inversă la *Rafflesia arnoldi* (prezentată mai înainte). Există și situații (ca la *Lemnaceae*) când toate organele plantei, atât vegetative cât și reproducătoare, sunt cuprinse de degenerare și atunci heterobatmia dispare.

Heterobatmia evoluționistă este de o foarte mare importanță pentru sistematica filogenetică și morfologia evoluționistă. Cu cât este mai pregnantă heterobatmia cu atât mai greu este a ordona grupuri într-un șir filogenetic. Dacă se iau în considerare una sau mai puține serii de caractere, nu se vor putea construi șiruri filogenetice, pentru grupe foarte evoluate, de exemplu, numai pe baza morfologiei florii. La grupele primitive nu se pot stabili șiruri filogenetice numai pe baza acestor caractere ale florii sau numai ale organelor vegetative. Cu cât se vor folosi mai multe caractere ale organelor reproducătoare și vegetative cu atât ne apropiem mai mult de un șir filogenetic real, alcătuit din predecesori și urmași.

B. Sistematica embriofitelor

Tip de organizare: EMBRIOFITE – Plante terestre

1. Încreng. *BRYOPHYTA* – Plante-mușchi
2. Încreng. *PTERIDOPHYTA* – Pteridofite
3. Încreng. *SPERMATOPHYTA* – Plante cu sămânță

Caracterizare generală

Mușchii (Plantele-mușchi) și plantele vasculare (pteridofitele și spermatofitele) sunt plante verzi, adaptate primar la viața de uscat. Toate acestea au derivat din alge acvatice cu corpul vegetativ un tal, cu organizare relativ simplă. Treptat, prin adaptarea la mediul aerian-terestru în legătură și cu creșterea dimensiunilor dar și cu diviziunea muncii între celule, s-au diferențiat diferite structuri: la gametofitul plantelor-mușchi sperioare – rizoizii, tulpinița și frunzișoarele; la sporofitul plantelor vasculare cele două organe vegetative – lăstarul (axa + frunzele) și rădăcina.

La toate embriofitele are loc o schimbare de generații heteromorfe și heterofazice. La plantele-mușchi gametofitul, iar la plantele vasculare sporofitul ocupă locul principal în ciclul ontogenetic.

La toate aceste grupe de plante terestre, zigotul, prin mitoze succesive dă naștere la embrion, de la care aderivat denumirea lor ca embriofite. Embrionul este totdeauna pluricelular și este hrănit de planta mamă.

Gametangiile la plantele mușchi și ferigi sunt desemnate ca anteridii (♂) și arhegonii (♀). Spre deosebire de plantele inferioare (inclusiv fungi), la care gametangiile sunt unicelulare, neînconjurate cu perete protector pluricelular și sunt desemnate ca spermatangii sau spermatogonii (cele ♂) și oogonii, respectiv carpogonii (cele ♀), la plantele terestre gametangiile sunt pluricelulare și înconjurate de un strat de celule sterile. Acestea le protejează împotriva uscăciunii atmosferice. Învelișuri comparabile cu ale gametangiilor lipsesc complet la ciuperci și se întâlnesc izolat la spermatogoniile sau oogoniile unor alge. Astfel, la algele verzi *Coleochaetae* și *Chara*, oogoniul, după sau înainte de fecundație, este acoperit de tuburi de celule care îl protejează. Peretele spermatogoniului la *Chara* prezintă unele similitudini structurale externe, cu pereții plurucelulari ai anteridiilor plantelor terestre și care se formează încă de la apariția acestuia.

Sporangiile plantelor terestre sunt altfel conformate în raport cu sporocistele nude ale algelor și ciupercilor. Ca o adaptare la uscăciunea mediului aerian terestru sporangiile pluricelulare sunt învelite într-un strat de celule sterile protectoare. Meiosporocistele ciupercilor, în corpurile sporifere sunt protejate prin împletituri de hife, însă le lipsește un înveliș propriu format dintr-un strat de celule.

Corpul de vegetație al embriofitelor este constituit din diferite țesuturi puternic diferențiate și cu variate funcții. Astfel, protecția împotriva uscăciunii și a insolației se realizează printr-o epidermă cu o cuticulă foarte subțire pe gametofitul plantelor-mușchi (de aceea acestea se deshidratează ușor) sau o epidermă bine dezvoltată cu cuticulă evidentă și stomate pe sporofitul acestora, prin care se reglează schimburile de apă cu mediul extern, la plantele vasculare.

Stomatele în epiderma gametofitului lipsesc aproape la toate plantele-muşchi, cu excepţia lui *Anthoceros*-Muşchiul de corn). Se află, însă, stomate pe sporofit (sporogon) şi mai ales pe apofiza acestuia.

Transportul apei cu ionii minerali dizolvaţi se realizează prin vase simple, fără îngroşări cu lignină, numite hidroide la plantele-muşchi superioare şi, progresiv, prin vase conducătoare lemnoase, organizate în fascicule conducătoare la plantele vasculare.

Pereţii celulari constau din celuloză şi pectină (pectocelulozici). În celule se află plastide verzi ce conţin clorofila ***a*** şi *b*, împreună cu carotenoide (ca şi la algele verzi originare). Produsul de asimilaţie este amidonul, care se depune intraplastidial.

Briofitele şi pteridofitele se mai numesc şi *Arhegoniatae* (Embriofite asifonogame) datorită gametangelui feminin caracteristic comun, în forma unei sticle de lampă, numit arhegon. Denumirea de Embriofite asifonogame (dată de Engler, 1954) se referă la fertilizarea fără tub polinic. La spermatofite, anteridiile şi arhegoniile sunt foarte reduse, încât cu greu mai pot fi recunoscute ca atare. Fertilizarea se realizează prin intermediul tubului polinic, de unde a derivat şi denumirea de Embriofite sifonogame, care li s-a dat acestora.

Denumirea colectivă pentru cele două încrengături (*Pteridophyta* şi *Spermatophyta*) de CORMOBIONTA derivă de la corpul lor vegetativ – cormul – împărţit în organe vegetative complex structurate: rădăcini şi lăstari (axe şi frunze). Din această cauză se mai numesc plante cu lăstari.

Sporogonul (sporofitul) briofitelor, de obicei neramificat, rareori dichotomic ramificat, poate fi uşor derivat din telomii ancestrali.

Pteridofitele şi spermatofitele sunt cuprinse, împreună, datorită fasciculelor vasculare, în *Trachaeophyta*. Elementele conducătoare de la plantele-muşchi, în măsura în care sunt prezente, sunt construite mult mai simplu decât la tracheofite. Ele arată, însă, unele concordanţe structurale (celule alungite aşezate una în continuarea celeilalte) dar şi funcţionale cu elementele conducătoare de la plantele vasculare.

Toate cele trei grupe de plante amintite mai sus (Embriofitele) stau în strânse relaţii de înrudire unele cu altele, datorită derivării lor dintr-o singură grupă de origine şi anume algele verzi. După desprinderea din strămoşul comun, pe de o parte briofitele şi pe de altă parte plantele vasculare au urmat direcţii de evoluţie diferite, atingând nivele diferite de dezvoltare.

Toate celelalte tipuri de organizare, cu încrengăturile de eucariote descrise până acum, datorită organizării lor mult mai simple, sunt numite Protobionte şi includ: mixomicetele, ciupercile (fungi), lichenii, algele eucariote şi protozoarele. Din unele *Protobionta* au evoluat pe de o parte *Metazoa* (= *Zoobionta*) şi pe de altă parte Metafitele – plantele terestre (Embriofitele) (plante cu embrion).

1. Încrengătura *BRYOPHYTA* – Plante-muşchi

Caracteristica dezvoltării la briofite este dată de schimbarea clară de generaţii, la care gametofitul verde, fotoautotrof, este promovat (dezvoltat) în raport cu sporofitul brun, heterotrof, dependent de gametofit, care îl susţine şi hrăneşte toată viaţa.

A. GAMETOFITUL la plantele-muşchi taloase, inferioare, are o slabă diferenţiere morfologică. Acesta are aspectul unui tal puţin divizat, lobat şi este prevăzut cu rizoizi simpli. De asemenea, are o slabă diferenţiere anatomică. La „musci frondosi" (muşchi frunzoşi) superiori, corpul vegetativ (gametofitul) prezintă o mai înaltă diferenţiere morfologică şi anatomică. Astfel, acesta este diferenţiat în tulpiniţă, erectă sau procumbentă, pe care se află frunzuliţele, iar la partea inferioară rizoizii, cu rol de fixare pe substrat şi absorbţie a apei. Frunzuliţele sunt, de cele mai multe ori, alcătuite dintr-un strat de celule (cu excepţia nervurii mijlocii care are câteva straturi de celule). Diferenţierea anatomică, internă, se exprimă prin apariţia ţesuturilor asimilatoare şi de înmagazinare a substanţelor de rezervă.

Astfel „musci frondoşi" (muşchii frunzoşi), amintesc, în construcţia lor exterioară, de plante vasculare cu cele trei organe vegetative. Se deosebesc, totuşi, fundamental, de acestea, prin faptul că la plantele-muşchi gametofitul şi nu sporofitul a suferit o diferenţiere morfologică şi anatomică înaltă. În afară de aceasta, la aceşti muşchi lipsesc ţesuturile conducătoare şi mecanice veritabile precum şi fasciculele conducătoare, cum se găsesc la plantele vasculare.

Rizoizii sunt tuburi unicelulare sau pluricelulare septate, însă în nici un caz comparabili cu rădăcinile înalt diferenţiate ale tracheofitelor (cormofitelor).

Epiderma tulpiniţelor şi frunzişoarelor prezintă o cuticulă foarte fină şi de aceea, la o penurie de apă, plantele muşchi se ofilesc repede, dar şi îşi revin rapid după o ploaie, prin absorbţia apei prin toată suprafața corpului. Deci, briofitele sunt plante poikilohidre (cu umiditatea variabilă a corpului, dependentă de umiditatea mediului înconjurător).

Stomatele lipsesc pe gametofitul plantelor-mușchi (cu excepția gametofitului redus de la *Anthoceros sp.*). Pentru schimbul de gaze servesc niște structuri analoage, așa numitele deschizături (pori) pentru respirație (ca la *Marchantiales*).

Gametangiile

Arhegoniile (♀) de la briofite sunt asemănătoare cu cele de la pteridofite și au aspectul unei sticle de lampă. Acestea prezintă o parte bazală bombată și un gât. Sunt înconjurate la exterior de un perete alcătuit dintr-un rând de celule sterile protectoare. În partea bazală bombată se află, la început, o celulă centrală mare, care, înaintea maturării, se divide în două: o celulă mai mare devenită oosferă (gametul ♀) și o celulă a canalului părții bombate, așezată la baza gâtului. La mușchii frunzoși sunt numeroase celule ale canalului gâtului (10-30), la mușchii hepatici 4-8 celule, iar la mușchii cu corn (Anthocerotopsida) 6 celule. Este o structură mai primitivă a arhegoniului, în raport cu *Pteridophyta*, la care nu se formează decât o celulă a canalului gâtului.

Anteridiile (♂) au formă sferică sau măciucată și se formează pe un piciorуș scurt. De jur împrejur se află peretele protector, alcătuit dintr-un rând de celule sterile. În interior se găsesc celulele spermatogene, fiecare dintre acestea se divide în câte două spermatide, care ulterior se transformă în câte doi spermatozoizi. Aceștia au forma unor filamente scurte, puțin răsucite, care conțin puțină citoplasmă, o plastidă minusculă și un nucleu mare. În partea din față spermatozoizii prezintă doi flageli lungi, netezi, îndreptați spre în spate în unghi ascuțit, asemănători cu cei de la charoficee.

Fertilizarea se realizează numai în prezența apei lichide (ploaie, rouă etc.). Arhegoniul se deschide la vârf, celulele canalului formează mucilagii și eliberează anumite substanțe care ademenesc chemotactic spermatozoizii. Din zigotul format, fără o perioadă de repaus, ia naștere un embrion diploid, care se dezvoltă continuu și dă naștere la sporofitul diploid. Totdeauna, sporofitul se formează pe gametofitul haploid dominant și rămâne dependent, ca nutriție, toată viața de acesta. Hrănirea unei generații prin cealaltă poartă numele de gonotrofie.

B. SPOROFITUL briofitelor este desemnat ca sporogon.

Sporogonul este alcătuit din trei părți distincte.

a. Piciorul numit și haustor, care pătrunde în tulpiniță (gametofit), de unde extrage substanțele nutritive.

b. Seta, mai lungă sau mai scurtă (uneori lipsește), are rolul de a conduce substanțele nutritive de la picior până la capsulă. Prin ridicarea capsulei, la o anumită înălțime față de gametofit, seta contribuie la dispersia sporilor la distanțe mai mari sau mai mici de locul unde s-au format. Uneori, seta conține și cloroplaste, însă substanțele sintetizate în aceasta sunt cu totul insuficiente, pentru a determina creșterea și maturarea sporogonului. Aceasta se realizează datorită substanțelor absorbite de haustor din gametofit.

c. Capsula reprezintă partea terminală a sporogonului în care se formează meiosporii. În ontogenia capsulei se diferențiază două zone concentrice: amfiteciu și endoteciu. Din amfiteciu (stratul extern) prin diviziuni succesive ale celulelor rezultă peretele capsulei, pe care se pot află și stomate (cu excepția hepaticatelor). Din endoteciu (stratul intern) se formează arhesporul și în unele cazuri și columela (țesutul axial steril, care reprezintă continuarea setei în capsulă).

Dezvoltarea sporogonului se desfășoară în moduri diferite la mușchii frunzoși și cei hepatici. La mușchii frunzoși se formează mai întâi seta (tija) și mai târziu capsula, în timp ce la mușchii hepatici succesiunea este inversă: mai întâi capsula și apoi tija hialină foarte redusă. La *Sphagnidae* și *Andreaeidae*, capsula este ridicată la o anumită înălțime printr-un pseudopodiu, o tijă aparentă care este generată de gametofit și nu de sporofit ca la celelalte grupe de mușchi frunzoși.

Arhesporul este alcătuit din celule diploide, numite celule mamă sporogene. Fiecare celulă, în urma meiozei, dă naștere la câte patru meiospori haploizi, grupați în tetrade. Înainte de maturare, meiosporii se desfac din tetrade și se rotunjesc. Aceștia sunt asemănători morfologic între ei, dar diferențiați sexual (fiziologic), fenomen numit heterosporie fiziologică. La hepatice (briofite primitive) printre spori se află filamente celulare sterile denumite elatere, cu rol în împrăștierea sporilor. La musci frondosi (superiori) elaterele lipsesc.

Peretele meiosporilor este alcătuit, la mușchii frunzoși, dintr-un endospor (interior) subțire și un exospor (exterior) mai gros, incapabil să reziste la uscăciune. La mușchii hepatici (inferiori) peretele meiosporilor este alcătuit din trei părți: perispor, exospor și endospor.

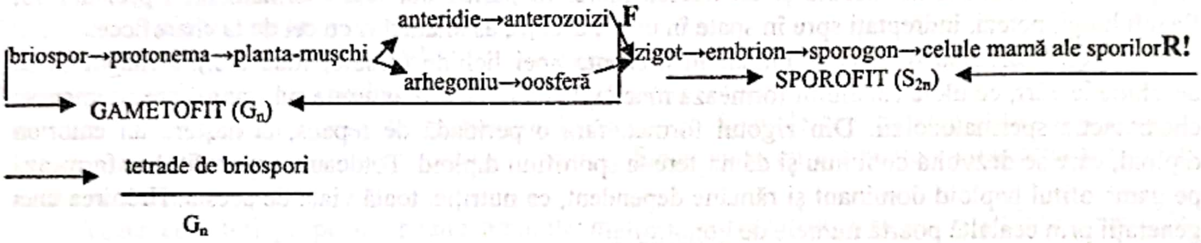
Germinarea zigotului, la toate briofitele, are loc în arhegon și se dezvoltă ulterior la sporogon. Peretele arhegonului poate fi perforat de sporogon în dezvoltarea sa sau este rupt transversal. În primul caz, arhegonul rămâne integral pe gametofit, iar în al doilea caz acesta este rupt în două. Partea bazală a arhegonului rămâne pe gametofit şi poartă numele de vaginulă, iar partea terminală este ridicată pe capsulă sub forma unui înveliş numit caliptră sau scufie, care se poate desprinde cu uşurinţă la maturarea capsulei.

Deschiderea capsulei la muşchii hepatici se face prin crăpături longitudinale (schizocarp) şi rareori prin descompunerea peretelui capsulei. La muşchii frunzoşi deschiderea capsulei are loc printr-o crăpătură transversală, pe care se găseşte un inel de dinţi higroscopici, aşa numitul peristom. Peristomul este diferenţiat într-un exostom (inel exterior) şi endostom (inel interior), care stau pe o membrană bazilară. Peristomul are mare importanţă în taxonomia muşchilor frunzoşi.

Germinarea meiosporilor. Meiosporii sunt asemăntori morfologic (= izospori) şi prin germinare dau naştere la un filament cilindric sau aplatizat numit protonemă (pregermene). Pe protonemă, asemănătoare cu talul algelor verzi originare, se formează numeroşi muguraşi, din care ia naştere o nouă generaţie de gametofiţi, sub forma unor perniţe.

Datorită înmulţirii prin spori şi a lipsei ţesuturilor veritabile, briofitele se mai numesc criptogame avasculare.

Pe lângă propagarea prin spori, la briofite este frecventă înmulţirea vegetativă. Aceasta se realizează prin fragmente de gametofit (tal, protonemă), prin elemente specializate numite propagule (situate în vârful tulpiniţei), prin frunzuliţe cu rol de înmulţire.



Sistematica. Briofitele cuprind circa 24.000 (după alţi autori 35.000) care se pot grupa în patru clase, mai puternic reprezentate din punct de vedere istorico-evolutiv: *Anthocerotopsida, Marchantiopsida, Jungermaniopsida* şi *Bryopsida.*

După părerea unor sistematicieni, briofitele, în lipsa unei forme iniţiale comune şi unice pentru toate grupele actuale, ar trebui atribuite la încrengături diferite şi nu una singură cu puţine clase. Deci, briofitele reprezintă o grupă parafiletică şi nu monofiletică.

1.1. Clasa *ANTHOCEROTOPSIDA*

– Muşchii cu corn

Muşchii cu corn reprezintă o grupă mică, de circa 100 specii cunoscute, care reprezintă relicte ale istoriei evoluţiei timpurii a plantelor terestre.

Clasa cuprinde un singur ordin cu două familii.

1.1. Ordinul *ANTHOCEROTALES*

Gametofitul (planta propriu-zisă) are aspect de tal sub formă de disc lobat, de câţiva centimetri, crescut stabil pe sol şi fixat cu ajutorul rizoizilor (fig. 154-A).

Epiderma feţei inferioare a talului (gametofitului) prezintă stomate alcătuite din două celule reniforme, fără celule anexe. În spaţiile intercelulare ale talului, umplute cu mucilagii, se dezvoltă cenobii ale algei albastre-verzui – ***Nostoc*** (fig. 154-B). Celulele parenchimului, în contrast cu toate celelalte briofite, conţin numai un cloroplast mare în formă de clopot, cu pirenoizi. Nu se află nici picături de ulei.

Anteridiile şi arhegoniile se formează pe partea superioară a talului, însă dezvoltarea începe endogen (din interiorul acestuia). Zigotul format se divide printr-un perete transversal în două celule: cea de jos devine picior (haustor), iar cea superioară, dinspre gâtul arhegonului, se transformă în sporogon.

Sporogonul nu are setă şi este redus la o capsulă în formă de corn, de câţiva centimetri lungime, care la maturarea deplină crapă prin două linii longitudinale, asemănător păstăii (fig. 154 C, D). În mijlocul capsulei se găseşte o coloană de ţesut steril numită columelă. Columela este învelită într-o manta de ţesut fertil numit arhespor. Celulele arhesporului formează, în afară de meiospori, şi filamente celulare sterile numite elatere. Capsula se află în vârful unui picior (haustor) bine dezvoltat, care este format de către gametofit (tal) şi nu de sporofit.

Caracteristica acestor briofite inferioare este dată de faptul că partea sporofitului ce devine capsulă, nu ajunge la maturare în acelaşi timp, ci creşte continuu printr-o zonă meristematică de la baza ei. Legat de această dezvoltare a capsulei, şi formarea sporilor este succedantă: terminal sunt dispersaţi meiosporii, iar la bază se formează alţii. De asemenea, stomate se formează şi pe peretele sporogonului, nu numai pe gametofit.

Sistematica. Ordinul cuprinde două familii: ***Anthocerotaceae*** şi ***Notothylaceae.***

Familia *Anthocerotaceae*

Speciile dezvoltă, pe taluri, sporogoane lungi de 1-7 cm. Este reprezentată prin trei genuri: ***Anthoceros*** (fig. 154 B, C, E, F, G), cu specia mai comună *A. punctatus* cu meiospori des ţepoşi negri şi cavitaţi cu mucilagii, care se văd pe partea superioară a talului despicat; ***Phaeoceros,*** cu specia *Ph. laevis* care prezintă spori galbeni, papilos păroşi. Nu prezintă cavităţi de mucilagiu pe talul despicat; ***Dendroceros crispus*** (fig. 154-D).

Familia *Notothylaceae*

Speciile se caracterizează prin talul foarte mic, de câţiva milimetri în diametru.

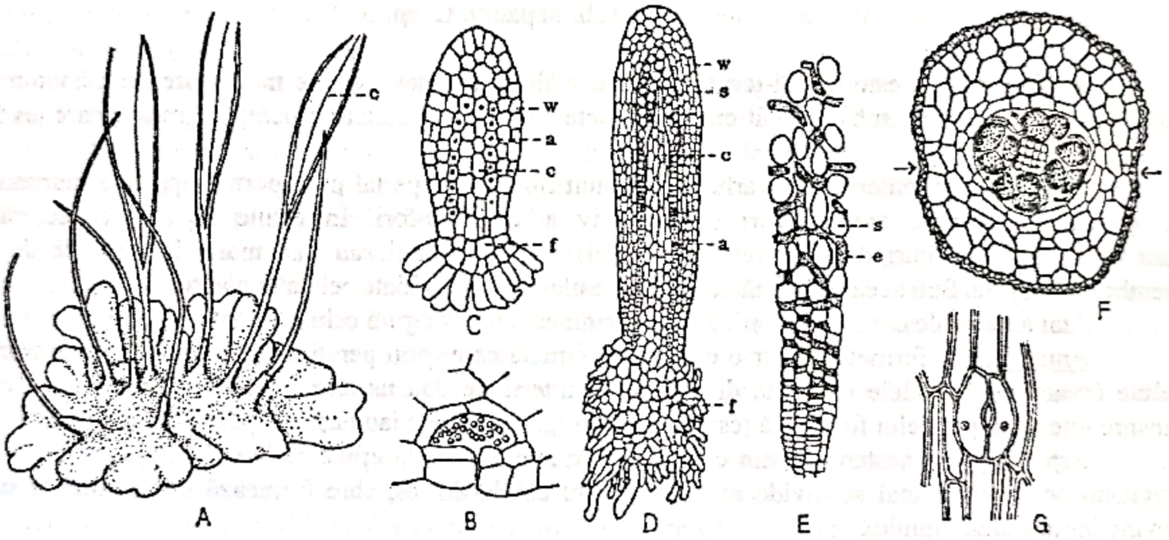


Fig. 154. *Anthocerotopsida, Anthocerotales.* A – *Phaeoceros laevis*: tal cu sporogoane tinere şi deschise; c – columela; B – *Anthoceros vincentianus*: stomată de pe partea inferioară a talului, la care cavitatea de respiraţie este colonizată de Nostoc; C – *Anthoceros punctatus* – secţiune longitudinală prin sporogon tânăr; D – *Dendroceros crispus* – secţiune longitudinală prin sporogon aproape matur: a – arhespor; c – columela; f – piciorul sporogonului; s –spori; w – peretele sporogonului; E - *Anthoceros punctatus* – diviziuni celulare inegale în arhespor; e – elatere; s – celulă mamă sporogenă; F – *Anthoceros husnoti* – secţiune transversală prin sporogon cu tetrade de spori şi columelă; săgeţile indică locul de dehiscenţă a peretelui sporogonului; G – *Anthoceros pearsoni* - stomată a sporogonului (A- după Mägdefrau; B-D- după Leitgeb; E- după Goebel; F- după Müller; G- după Campbell, din Strasburger, 1999)

Consideraţii filogenetice

Printr-un şir de particularităţi ale lor, anthocerotopsidele sunt considerate de unii autori ca încrengătură autonomă, mai ales datorită singurului cloroplast din celule.

Conform cu această ipoteză, briofitele ar fi apărut polifiletic şi, deci, nu pot fi o singură încrengătură, ci reprezentanţii lor trebuie atribuiţi la mai multe încrengături. Această ipoteză nu poate fi acceptată deoarece şi la alte grupe (de ex. *Pteridophyta*) numărul de cloroplaşti în celule este diferit. Astfel, la *Selaginellales* în celule se află un singur cloroplast, pe când, la toate celelalte pteridofite se găsesc mai mulţi cloroplaşti în celule. Totuşi, acestea sunt considerate o singură încrengătură (phylum).

Toate celelalte clase de briofite au caractere care le diferențiază de *Anthocerotopsida*. Acestea se referă la:

1. Celulele gametofitului conțin totdeauna mai mulți cloroplaşti, dar fără pirenoizi şi picături de ulei.

2. Pe gametofit lipsesc stomatele, însă la unele forme se află cavități (pori) pentru respirație, analogi acestora.

3. Sporofitului îi lipseşte meristemul intercalar şi de aceea creşterea acestuia este limitată. Capsulele cu spori nu se deschid niciodată pe linii longitudinale.

4. Anteridiile şi arhegoniile se formează de la început exogen pe gametofit, însă ulterior pot fi înconjurate de țesuturi ale gametofitului.

După modul de organizare şi evoluție al talului, briofitele din cl. următoare se grupează astfel:

- muşchii hepatici taloşi în care se încadrează cl. *Marchantiopsida* şi muşchii hepatici folioşi din cl. *Jungermaniopsida*, care prezintă unele asemănări cu *Anthocerotopsida*, dar se deosebesc de acestea din urmă prin lipsa completă a stomatelor şi prin modul diferit de formare şi conformația elaterelor;
- musci frondosi (Muşchii frunzoşi) cu clasa *Bryopsida*, la care gametofitul prezintă totdeauna frunzulițe. Nu prezintă elatere.

1.2. Clasa *MARCHANTIOPSIDA* (= *HEPATICAE* p.p.)

–Muşchi hepatici, taloşi

A. Gametofitul este un tal-țesut aplatizat, înalt diferențiat, de cele mai multe ori dichotomic ramificat. Se fixează de substrat atât cu rizoizi netezi cât şi cu rizoizi cu pereți îngroşați, care ies în relief.

Gametangiile: anteridiile şi arhegoniile sunt ridicate de pe tal pe suporturi speciale (purtători de gametangi) numite anteridiofori şi respectiv arhegonidiofori. În celule se află concentrări caracteristice de picături de ulei numite „corpuri de ulei", unul sau mai multe înconjurate de o membrană proprie. Sub această formă corpurile de ulei lipsesc la toate celelalte plante.

Atât anteridiile cât şi arhegoniile îşi au originea într-o singură celulă epidermală.

Anteridiul se formează dintr-o celulă epidermală care, prin pereți verticali, se divide în patru celule (cvadrant). Celulele rezultate din diviziuni ulterioare dau naştere la peretele anteridiei. Cele dinspre interiorul peretelui formează țesutul spermatogen, din care iau naştere spermatozoizii.

Arhegoniul ia naştere tot din celule epidermale. O celulă epidermală se bolteşte în afară şi printr-un perete periclinal se divide în două celule: celula de jos, care formează tija, şi cea de sus devine inițiala arhegoniului.

Inițiala arhegoniului se divide într-o celulă axială centrală şi trei sectoare tangențiale, care formează celulele mantalei. Celula axială centrală dă naştere la celulele de canal ale gâtului, la o celulă de canal a părții bombate a arhegoniului şi bazal se formează oosfera (gametului feminin). Celulele mantalei dau naştere la pereții arhegoniului (gât şi partea bazală bombată).

Țesuturi conducătoare nu se află nici în gametofit (de cele mai multe ori), nici în sporofit. Transportul apei se realizează în tal prin celule perforate.

B. Sporofitul rămâne mult timp înconjurat complet de peretele arhegoniului, care este desemnat ca embrioteca (fig. 155-K). În sporogonul care se maturează, celulele arhesporului se divid mitotic în două celule, care se formează sincron: celula mamă a sporilor şi celula elateră. Celulele mamă ale sporilor, în urma meiozei, formează tetrade de meiospori, printre care se află o elateră diploidă.

Pereții elaterelor posedă, de cele mai multe ori, panglici spiralate, spre deosebire de *Anthocerotopsida* la care pereții elaterelor sunt netezi. Elaterele au rol în împrăştierea sporilor, analog cu fibrele de capilitium de la mixomicete, fibrele de glebă de la unele basidiomicete (*Lycoperdales*), hapterele de la *Equisetum* ş.a.

Sistematica. Clasa cuprinde două ordine: *Sphaerocarpales* şi *Marchantiales*.

2.1. Ordinul *SPHAEROCARPALES*

Talul are o organizare simplă, sub formă de rozete mici, alipite de sol (la genul *Sphaerocarpos*) sau în apă, sub forma unor tulpinițe aripate (la genul ***Riella***). Arhegoniile şi anteridiile sunt înconjurate de învelişuri în formă de pară, deschise la partea de sus. Peretele sporogonului este alcătuit dintr-un singur rând de celule, care se descompun la maturarea acestuia.

În cercetările de genetică, *Sphaerocarpos* a fost şi este mult folosit. La acesta a fost descoperit pentru prima dată, în regnul vegetal, un cromozom sexual.

2.2. Ordinul *MARCHANTIALES*

Spre deosebire de *Sphaerocarpales*, la *Marchantiales* talul prezintă o înaltă diferenţiere morfologică.

Sistematica. Din aceste ordin se vor prezenta câteva familii: *Marchantiaceae, Conocephalaceae, Lunulariaceae, Monocarpaceae, Ricciaceae.*

Familia *Marchantiaceae*

Marchantia polymorpha – Fierea pământului, Muşchiul hepatic de fântână (fig. 155).

Este întâlnit frecvent în locuri stâncoase umede, pe sol umed, pe pietrele permanent umede din fântâni etc.

Talul are aspectul unei panglici repetat dichotomic ramificate, cu nervuri mediane slabe.

Sub epiderma părţii superioare, prevăzută cu o cuticulă aproape impermeabilă pentru apă, se află spaţii mari intercelulare denumite „camerele de aer", separate între ele prin pereţi alcătuiţi din unul sau două straturi de celule. La suprafaţa talului, pereţii din interior delimitează câmpuri rombice sau hexagonale, care reprezintă proiecţia exterioară a camerelor cu aer. De la baza camerelor cu aer pornesc spre suprafaţă nişte filamente, alcătuite din celule mai mari, bogate în cloroplaste, care alcătuiesc ţesutul de asimilare.

Fiecare cameră este în legătură cu aerul exterior printr-o deschidere (por) pentru respiraţie (numită impropriu stomată), în formă de butoiaş. La *Marchantia* această deschidere (por) constă din patru etaje inelare, fiecare alcătuit din câte patru celule. O astfel de construcţie, care la penurie de apă se poate micşora puţin, împiedică pătrunderea apei în deschiderea pentru respiraţie. Aceste deschideri (pori) au rol în respiraţie şi transpiraţie.

Pe partea inferioară a talului se află solzii ventrali pluricelulari, împreună cu rizoizii unicelulari. Rizoizii au fototropism negativ şi absorb apa prin capilaritate. Celulele parenchimatice mari, mai sărace în cloroplaste, de pe suprafaţa inferioară a talului, au rol de înmagazinare. Unele dintre acestea conţin apă, iar altele „corpuri de ulei".

În întreg regnul vegetal nu există un gametofit cu un aparat de transpiraţie şi de asimilare atât de desăvârşit construit.

Înmulţirea vegetativă la *Marchantia polymorpha* se realizează prin propagule. Acestea se formează pe nervurile mediane ale părţii superioare a talului. Au aspectul unor cupe sau coşuleţe fixate pe un piciorus scurt şi rezultă din diviziuni succesive ale unor celule ale talului.

Ciclul ontogenetic

Marchantia polymorpha este un muşchi dioic. Anteridiile şi arhegoniile se formează pe taluri diferite. Acestea sunt purtate pe ramuri de tal speciale, verticale, denumite anteridiofori şi respectiv arhegonidiofori. Determinarea sexuală are loc prin cromozomi sexuali.

Ansamblurile de anteridii (fig. 155. A-F) se află în vârful anteridioforilor sub forma unei „umbrele" orizontale, bordurată, cu opt lobi, care provin prin bifurcarea dichotomă de trei ori. În această „umbrelă" se află cufundate anteridiile, fiecare cu câte o cavitate de forma unei sticle, care se termină cu un orificiu. Cavităţile sunt separate între ele printr-un ţesut care prezintă camere cu aer. După ploaie, celulele peretelui anteridiilor se umflă, devin mucilaginoase şi astfel are loc deschiderea acestora şi ieşirea în apă a spermatozoizilor. Apa cu spermatozoizii este reţinută pe marginea, puţin curbată în sus, a umbrelei.

Ansamblurile de arhegonii (fig. 155-G) se află în vârful arhegonidioforilor în câte opt serii radiale, alcătuind, de asemenea, un fel de „umbrelă". Marginea „umbrelei" tinere se curbează, în timpul dezvoltării sale, progresiv către în jos, încât ansamblurile de arhegonii ajung pe partea inferioară a acesteia. Astfel, succesiunea acropetală a dezvoltării arhegoniilor devine bazipetală. Părţile de ţesut dintre grupele de arhegonii se întăresc în final şi iau aspectul unor spiţe.

Fertilizarea are loc prin intermediul picăturilor de ploaie, care, căzând pe faţa superioară a umbrelei anteridiilor, stropesc spermatozoizii, care prin deplasarea activă ajung pe „umbrelele" cu arhegonii. Spermatozoizii sunt ademeniţi chemotactic prin proteine eliberate de către arhegoane şi ajung la oosfere. Are, astfel, loc fertilizarea.

Zigotul format, după puține zile, se divide mitotic, succesiv, și dă naștere la un embrion pluricelular. Embrionul se transformă, ulterior, într-un sporogon mic, oval, care se înverzește. El se află în vârful unei tije foarte scurte și prezintă în vârf capsula. Capsula este învelită într-un perete unistratificat de celule. La vârful capsulei se află două straturi de celule, care prin descompunere formează mai mulți dinți, care facilitează eliberarea sporilor. Fiecare capsulă este înconjurată de un înveliș individual de frunzulițe numit perichețiu. Fiecare serie de arhegonii și ulterior de capsule este protejată de un înveliș comun, cu dințișori la partea superioară, care poartă numele de involucru.

La maturare, capsula pune în libertate mai multe sute de meiospori, care au rezultat, în urma meiozei, din celulele arhesporale. Printre spori se află elaterele diploide, ca niște fire tubulare cu îngroșări spiralate ale peretelui. Prin higroscopicitatea lor, elaterele afânează meiosporii și ușurează împrăștierea acestora.

Prin germinare, din meiospori se formează un fir de germinare numit protonemă, foarte scurtă, cu cloroplaste în celule. Printr-o celulă inițială protonema crește și se transformă în talul de *Marchantia*.

Bucegia romanica este o specie descoperită și descrisă de biologul român S. St. Radian de pe Valea Cerbului din Mții Bucegi și ulterior descoperită și în alți munți din România și din America de Nord.

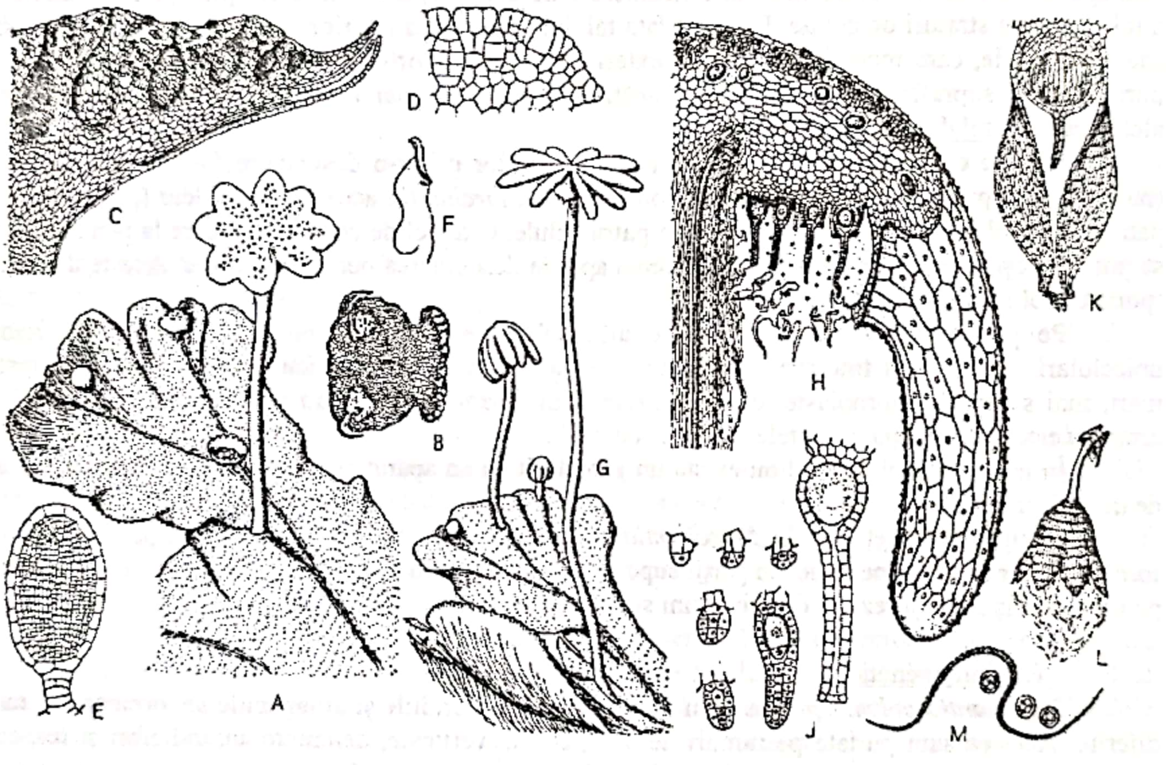


Fig. 155. *Marchantiales, Marchantia polymorpha* - reproducerea sexuată: A – planta ♂ cu cupe de înmulțire și ansamblu de anteridii; punctele de pe suprafața talului reprezintă deschideri pentru respirație; B – secțiune transversală prin tija ansamblului de anteridii sub umbrelă: dreapta – latura dorsală cu camere de aer; stânga – latura ventrală cu două canale de rizoizi; C – secțiune lngitudinală prin ansamblul de anteridii; D – dezvoltarea anteridiilor; E – secțiune longitudinală în anteridiu; F – spermatozoid; G – plantă ♀ cu ansambluri de arhegonii; H – secțiune longitudinală prin ansamblul de arhegonii; în spatele rândului de arhegonii se află învolucrul; J – dezvoltarea arhegoniilor; K – secțiune longitudinală prin sporogon tânăr închis de jur împrejur de peretele arhegonului (embrioteca) și acesta de un înveliș individual; L – sporogon deschis din care ies sporii și elaterele; la baza tijei restul peretelui arhegonului; M – spori și o elateră (A, C, D, E, G, H, K, L, M- după Kny; B- după Mägdefrau; F- după Ikeno; J- după Duran, din Strasburger, 1999)

Familia *Conocephalaceae*

Conocephalum conicum este, de asemenea, frecvent întâlnit pe stânci umede sau pe sol umed din zona montană. Nu prezintă deschideri (pori) pentru respirație și mici propagule pentru înmulțire vegetativă. Spermatozoizii sunt împroșcați în afară din anteridii, prin creșterea turgescenței celulelor.

Familia *Lunulariaceae*

Genul ***Lunularia*** se caracterizează prin ansambluri de anteridii fără tije (sesile). Pe tal se află niște cupe în formă de semilună, care servesc la înmulțirea vegetativă.

Familia *Monocarpaceae*

Monocarpus sphaerocarpus este cel mai mic reprezentant al muşchilor hepatici. Talul, puternic redus, poartă un singur sporogon sferic, închis într-un înveliş distinct. Se întâlneşte în Australia.

Familia *Ricciaceae*

Talul are organizare mai simplă. El creşte prin celule iniţiale bifaciale şi se ramifică succesiv dichotomic, încât acesta are aspectul unor rozete mici.

Gametangiile ca şi sporogonul sunt lipsite de tijă şi respectiv picior şi sunt cufundate în tal.

Genuri: ***Riccia*** şi ***Ricciocarpos***. Cele mai multe specii ale genului *Riccia* (fig. 156 A, B) sunt terestre. *R. fluitans* este o specie acvatică submersă. *Ricciocarpos natans* pluteşte, ca lintiţa, la suprafaţa apelor stătătoare.

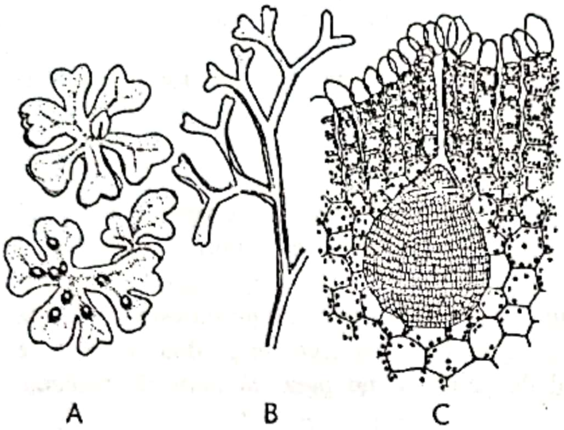


Fig. 156. *Marchantiales*. *Riccia*: A – *R. glauca* – partea de jos a plantei cu sporogoane; B – *R. fluitans* – formă de apă submersă; C – *R. glauca* – secţiune transversală prin tal cu anteridiu (A, B- după Magdefrau; C- după Kny, din Strasburger, 1999)

1.3. Clasa *JUNGERMANIOPSIDA* (*HEPATICAE* p.p.)

(Preponderent muşchi hepatici folioşi)

Clasa încadrează atât forme taloase cât şi folioase, legate între ele prin forme de trecere. Formele taloase au o slabă diferenţiere anatomică. Prezintă numai rizoizi netezi neramificaţi. Pe gametofit nu se formează niciodată ansambluri de gametangii ci numai gametangii izolate. „Corpurile de ulei” se află în toate celulele, pe când la *Marchantiopsida* numai în celule parenchimatice de înmagazinare speciale.

Frunzuliţele, când se află, sunt alcătuite dintr-un strat de celule, dar n-au nervură mediană.

Capsula sporogonului se află în vârful unei sete (tija capsulei), mai lungă faţă de *Marchantiopsida* şi reprezintă o adaptare la împrăştierea meiosporilor prin intermediul vântului. Aceasta se deschide la vârf prin crăpături. Elaterele sunt prezente în capsule şi concordă în construcţie şi dezvoltare cu cele de la *Marchantiopsida.*

Ţesuturi conducătoare lemnoase primitive, şi anume hidroide, se află numai în gametofit, iar în sporofit acestea lipsesc.

Sistematica. Cl. *Jungermaniopsida* se divide în patru ordine: *Metzgeriales, Calobryales, Takakiales, Jungermaniales*.

3.1. Ordinul *METZGERIALES*

Talul creşte printr-o celulă apicală. Este alcătuit dintr-unul sau mai multe straturi de celule de acelaşi fel şi este succesiv dichotomic ramificat. Uneori se poate evidenţia pe tal o nervură mediană, alcătuită din celule alungite.

Genul ***Blasia*** are talul împărţit, la margine, în lobi asemănători frunzelor şi reprezintă, astfel, un muşchi hepatic folios, cu solzi mici pe faţa inferioară. *B. pusilla* (fig. 157-C).

Genul ***Symphyogyna*** prezintă un sistem conducător primitiv central.

La genul ***Fossombronia*** se află două rânduri de frunzuliţe aşezate oblic şi cu mai multe straturi de celule la bază.

Prezentarea celor trei genuri evidenţiază un şir de evoluţie, prin care se remarcă trecerea de la formele taloase la cele folioase.

Arhegonile se formează înapoia celulei apicale, care creşte mai departe.

Sporofitul se află situat pe tal sau pe ramuri laterale scurte (anacrogin).

La ***Metzgeria*** (fig. 157 A, B) elaterele sunt grupate în formă de pensulă la capetele de sus ale capsulelor (între valvele acestora), iar la *Pellia* în mijlocul bazei capsulei.

Speciile genului ***Metzgeria*** trăiesc pe stânci umbroase sau ca epifite pe ritidomul arborilor foioşi. Speciile genurilor ***Pellia, Riccardia, Blasia, Fossombronia*** ş.a. se întâlnesc pe soluri umede.

3.2. Ordinul *CALOBRYALES*

Tulpinițele verticale ale acestora poartă trei rânduri de frunzulițe, iar în pământ „rizomi” cărnoși, ramificați, fără rizoizi, dar cu micorize endotrofe.

Genul ***Haplomitrium*** cu specii, în parte și europene, prezintă frunzulițe plate, cu mai multe straturi de celule la bază și un cordon conducător central în tulpiniță.

3.3. Ordinul *TAKAKIALES*

Încadrează genul ***Takakia*** cu specii asiatice. Frunzulițele sunt împărțite până la bază în două-patru vârfuri cilindrice, iar în axa tulpiniței cu un cordon conducător.

3.4. Ordinul *JUNGERMANIALES*

Ordinul încadrează circa 9000 specii, dintre care 250 sunt cunoscute în Europa temperată și reprezintă circa 90% dintre mușchii hepatici. Cele mai numeroase se află în zone tropicale, pe pământ și trunchiuri de arbori sau frunzele acestora.

Corpul vegetativ arată o împărțire clară într-o tulpiniță și frunzulițe. Tulpinița este culcată la pământ sau erectă, ramificată și aplatizată dorsiventral. Frunzulițele sunt aranjate pe două rânduri pe muchiile tulpiniței. Sunt alcătuite dintr-un singur rând de celule și nu prezintă nervură mediană. Tulpinița nu posedă nici un fel de țesut conducător.

Jungermanialele nu au nici un fel de stomate autentice (ca *Anthocerotales*) și nici crăpături (pori) pentru respirație (ca *Marchantiales*).

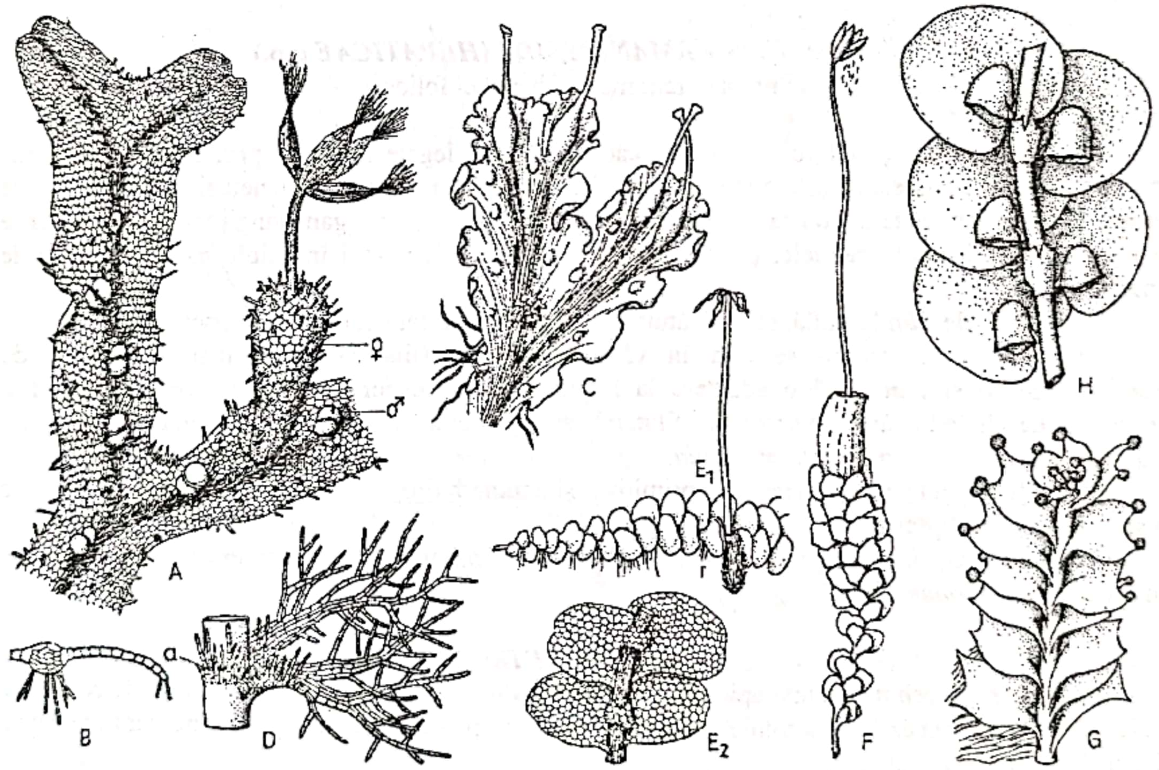


Fig. 157. *Jungermaniopsida: Metzgeriales* (A-C) și *Jungermaniales* (D-H): A – *Metzgeria conjugata* (partea inferioară) cu mai multe ramuri de tal ♂ și o ramură de tal ♀; la cele patru capace ale capsulei smocuri de elatere; tijă de sporogon închisă de jur împrejur de perichețiu; B – secțiune transversală prin tal de *Metzgeria conjugata*; C – *Blasia pusilla*, cu rezervoare de corpuri de înmulțire în formă de sticlă (propagule) și cu numeroase „urechiușe” pe partea superioară a talului, colonizate de *Nostoc*; D – *Trichocolea tomentella* – frunzișoare și amfigastre; E – *Calypogeia trichomanis*: E_1 – planta văzută de sus cu marsupiu și sporogon ajuns la maturare; E_2 – fragment cu patru frunzulițe și două amfigastre, văzute de jos; F – *Scapania undulata* cu „periant” și sporogon matur; G – *Lophozia ventricosa*; H – *Frullania dilatata* (A, C- după Schiffner; B- după Lindberg; D, E, F- după W.J. Hooker; G, H- după K. Müller, din Strasburger, 1999)

Frunzulițele prezintă o mare varietate de forme. Ele stau pe tulpiniță înclinate și se acoperă parțial unele pe altele ca țiglele pe acoperiș. Sunt numite cu admisie superioară, când marginea de jos a fiecărei frunzulițe, apropiată de tulpină, este acoperită de cea de deasupra; cu admisie inferioară, când marginea de jos, privită de sus, nu este acoperită de frunzulița de deasupra. În acest mod pot absorbi apa din precipitații cu ambele suprafețe ale frunzișoarelor. După forma lor, frunzulițele pot fi: simple, cu două sau mai multe vârfuri, bilobate sau vârful lor este divizat în mai multe filamente (frunzulițe cu moțuri) care au rol în reținerea apei. La ***Frullania*** epifitică, frunza este bilobată, iar unul dintre lobi este transformat într-un „sac pentru apă", un fel de cupă sau sticlă, cu rol în reținerea apei din precipitații.

La cele mai multe genuri: ***Frullania, Calypogeia*** (fig. 157-E) ș.a. la cele două rânduri de frunzișoare, situate pe flancurile tulpiniței, se atașează și un rând de frunzulițe mai mici, dispuse pe mijloc, numite amfigastre, sau frunze cu burtă, în care se înmagazinează apa. Formarea celor trei rânduri de frunzulițe se datorează funcționării unei celule apicale piramidale cu trei laturi, dintre care o latură formează numai amfigastre. La formele cu doar două șiruri de frunzulițe, această latură a celulei apicale nu funcționează. Ramificațiile laterale ale tulpiniței se dezvoltă lângă frunzulițe, dintr-o celulă-segment, rezultată din diviziunea celulei apicale.

Reproducerea sexuată. Anteridiile și arhegoniile sunt sesile, dispuse dorsal sau în vârful tulpiniței (acrogin). Arhegoniile sunt înconjurate de un înveliș alcătuit din trei frunzulițe concrescute, desemnate ca „periant".

La unele specii, celulele de dedesubtul arhegoniului fecundat, se divid succesiv și ia naștere o cavitate ca un sac, denumită „marsupiu". Acest „marsupiu" are rol protector asupra sporogonului tânăr, care se dezvoltă din zigot. Sporogonul se formează în arhegon și apoi seta îl ridică din arhegon, prin străpungerea acestuia, care rămâne la bază ca o teacă membranoasă. Capsula nu prezintă columelă. Ea este învelită într-un perete din mai multe straturi de celule cu îngroșări în formă de inel sau ca niște coaste, uneori îngroșările sunt uniforme. Deschiderea capsulei este bruscă, datorită turgescenței celulelor.

Protonema este diferită la genuri, dar, de regulă generală, este mică, alcătuită din puține celule. La *Metzgeriopsis pusilla* aceasta are formă de sticlă, pe ea se formează corpul de vegetație propriu-zis cu puține frunzulițe și care servește numai ca purtător al gametangiilor.

Înmulțirea vegetativă este larg răspândită și la *Jugermaniales* și se realizează variat, prin ramuri de înmulțire sau frunze de înmulțire, variat conformate și care se rup ușor, mai ales la formele epifile tropicale (fam. *Lejeuneaceae*). Cel mai adesea, însă, se află corpuri de înmulțire pluricelulară sau unicelulare care se formează la marginile frunzelor sau în vârfurile frunzelor sub forma unor grămăjoare de corpuri de înmulțire (la ***Lophozia ventricosa***).

Alte genuri: ***Scapania*** (fig. 157-F), ***Trichocolea*** (fig. 157-D), ***Lophocolea***, ***Jungermania***, ***Cephalozia***, ***Plagiochila***, ***Radula***, ***Madotheca*** ș.a.

Linia de dezvoltare *Metzgeriales*, *Calobryales* și *Jungermaniales* poate fi interpretată ca o serie progresivă de la forme taloase la cele folioase, în cadrul hepaticelor. După alți autori, pot fi considerate ca inițiale (plesiomorfe) și formele folioase, din care, prin contopirea frunzulițelor între ele și cu lăstarii care le poartă, au putut deriva formele taloase.

1.4. Clasa *BRYOPSIDA* (= *MUSCI*)
– Musci frondosi (Mușchii frunzoși)

Sunt plante-mușchi superioare, la care gametofitul este mereu alcătuit din tulpiniță, frunzișoare și rizoizi. Spre deosebire de mușchii hepatici foioși (*Jungermaniopsida*) mușchii frunzoși (*Bryopsida*) prezintă mai multe caractere derivate (apomorfe) de superioritate, în organizarea și structura, atât a gametofitului cât și a sporofitului.

Tulpinițele simple sau ramificate, pot fi erecte și poartă sporogoanele în vârful lor (mușchi acrocarpi) sau târâtoare, când sporogoanele se formează lateral (mușchi pleurocarpi).

Unele specii posedă în tulpinițe țesuturi simple, care se pot întinde atât în gametofit cât și în sporofit. Transportul apei și a ionilor minerali se realizează, la cele mai numeroase briopside, prin hidroide. Acestea sunt celule moarte, alungite, în stare complet dezvoltată, fără nucleu și citoplasmă. Sunt asemănătoare cu traheidele plantelor vasculare, însă, spre deosebire de acestea, pereții lor nu sunt îngroșați cu lignină și nu se formează îngroșări inelare sau spiralate.

Conducerea asimilatelor se desfășoară prin celule specializate alungite numite leptoide, care în dezvoltare și construcție amintesc de tuburile ciuruite ale plantelor vasculare. Pereții lor laterali sunt deseori îngroșați și străpunși prin pori cu plasmodesme, mai puține decât în pereții transversali oblici, mai subțiri decât cei laterali. Prin acești pori din pereții transversali trec numeroase plasmodesme, pe unde circulă asimilatele cu viteza de 32 cm/oră, o viteză analoagă cu viteza de circulație a sevei elaborate prin tuburile ciuruite la plantele vasculare. În plasma leptoidelor se află nuclei și plastide.

Hidroidele sunt dispuse spre interior, iar leptoidele spre exterior, de regulă generală, împreună cu alte elemente neconducătoare, alcătuind un fel de țesut conducător central. Aceste țesut este învelit într-o manta parenchimatică numită scoarță exterioară și interioară.

Hidroidele sunt acompaniate de celule cu pereții îngroșați, dar nelignificate, numite stereide, celule vii cu nucleu și plastide. Ele sunt analoage colenchimului de la plantele vasculare. Lignina, substanță chimică nelipsită la plantele vasculare, lipsește la briofite, foarte rar pot apărea compuși asemănători ligninei. Și leptoidele sunt întovărășite de celule parenchimatice, care sunt lipsite, însă, de pori în pereții transversali.

Tabel 8. Comparație între *Jungermaniopsida* și *Bryopsida*

JUNGERMANIOPSIDA	***BRYOPSIDA***
GAMETOFITUL	GAMETOFITUL
Tulpinița Erectă sau târâtoare, aplatizată dorso-ventral, fără nici un fel de țesut conducător	Tulpinița Erectă sau târâtoare, cilindrică, simplă sau ramificată, cu elemente coducătoare pentru apă (hidroide) sau conducătoare pentru asimilate (leptoide)
Frunzișoarele Alcătuite dintr-un singur rând de celule, cu vârfuri simple, bilobate sau terminate în filamente, lipsite de nervură mediană. Cresc printr-o celulă inițială, bifacială. Dispuse pe două rânduri, rareori al treilea rând (amfigastre).	Frunzișoarele Simple, plane, cu o nervură mediană evidentă, cu câteva rânduri de celule. Cresc printr-o celulă inițială trifacială. Sunt dispuse pe trei rânduri.
Rizoizii Unicelulari, simpli, neramificați, netezi.	Rizoizii Pluricelulari, cu septuri oblice, ramificați, cu rol de fixare și absorbție.
Corpurile de ulei Prezente în toate celulele sau numai în celulele parenchimatice de depozitare.	Corpurile de ulei Lipsesc
SPOROFITUL (Sporogonul)	SPOROFITUL (Sporogonul)
Stomate absente Elatere prezente la spori Columela lipsește Capsula se deschide prin crăpături terminale	Stomate prezente Elaterele lipsesc la spori Columela prezentă în capsulă Capsula se deschide prin dințișori care alcătuiesc peristomul.

Țesuturile conducătoare din tulpiniță se continuă și în frunzulițe și iau parte la construcția nervurilor mediane. La *Polytrichales*, în țesuturile de conducere ale frunzuliței, leptoidele lipsesc sau sunt rare, în care caz funcția lor este preluată de celule parenchimatice alungite. Simplificări ale țesutului conducător al frunzulițelor sunt frecvente, uneori și hidriodele lipsesc. Pentru aprovizionarea sporofitului este importantă ancorarea acestuia în gametofit prin intermediul piciorului (= haustoriu), ca organ de absorbție. Uneori acesta pătrunde adânc în țesutul tulpiniței, până la țesuturile conducătoare centrale. Hidroidele piciorului sporogonului se atașează strâns de hidroidele tulpiniței gametofitului, prin niște apendice de felule rizoizilor sau prin celule de transfer, care se alipesc de celulele parenchimului sau de hidroide. În schimb, legături citoplasmatice (plasmodesme) între celulele ambelor generații lipsesc. Adeseori și atașarea țesuturilor sporofitului de cele ale gametofitului este destul de slab realizată.

Ciclul de viață. Din germinarea meiosporilor mușchilor frondoși se formează un fir verde, cu fototropism pozitiv, mult ramificat denumit protonemă. Aceasta apare ochiului ca o pâslă verde. Prima etapă în formarea protonemei poartă numele de cloronema, adică fire pluricelulare, cu septuri perpendiculare pe axa firului, cu celule bogate în cloroplaste. Aceasta se transformă treptat în caulonema, mai săracă în cloroplaste și cu pereți transversali oblici. Pe caulonemă, la o iluminare insuficientă, se dezvoltă muguri mici. Tot de pe aceasta se formează numeroase ramuri laterale, de felul cloronemei, orientate spre vârful caulonemei. Din muguri se dezvoltă numeroase tulpinițe mici de mușchi cu frunzișoare și astfel mușchii apar sub formă de pernițe, mai mult sau mai puțin compacte.

Gametangiile stau grupate la capetele tulpinițelor principale sau a ramurilor laterale. Ele sunt înconjurate de frunzulițe de înveliș, care alcătuiesc perichețiul.

Mușchii frunzoși pot fi monoici, când gametangiile se formează pe aceeași plantă, sau dioici, când apar pe plante diferite. Între gametangiile dintr-o grupă se află „peri de sevă" (sau parafize), alcătuite din mai multe celule, adesea și cu celule de capăt sferice.

Anteridiile și arhegoniile mușchilor frondoși se află totdeauna pe tije și prin construcția lor complicată se deosebesc de toate celelalte grupe de briofite.

După fertilizarea oosferei, prin spermatozoizii atrași chemotactic, se formează zigotul. Acesta se divide de mai multe ori prin pereți transversali și dă naștere la un embrion plat, alcătuit din mai multe segmente și o celulă de vârf bimuchiată, în formă de pană. Aceasta separă, după cele două laturi, segmente care se divid în continuare. În acele segmente, din care se formează capsula mușchiului, în celula din dreapta și din stânga apare câte un perete radiar, încât rezultă o structură cu patru celule (cvadrant). În cvadranți are loc o împărțire în celule exterioare numite amfitecium și celule interioare numite endotecium. Stratul cel mai exterior al endoteciului devine, de regulă generală, arhespor, din care, prin diviziuni mitotice se formează celulele mamă sporogene (c.m.s.). Fiecare celulă-mamă sporogenă diploidă prin meioză dă naștere la câte patru meiospori haploizi. Celulele interne ale endoteciului (în contrast cu *Marchantiopsida*) nu iau parte la formarea arhesporului, ci funcționează ca celule care participă la alcătuirea columelei. Aceasta se află în mijloc și este înconjurată de celule mamă sporogene. Columela alimentează cu substanțe nutritive celulele mamă sporogene și apoi sporii în dezvoltarea lor. Partea de jos a embrionului și anume piciorul sporogonului (=haustoriul) este ancorat în țesutul gametofitului.

Embrionul (sporofitul tânăr) este închis, la început de un înveliș numit embrioteca, reprezentând partea bazală, bombată a arhegoniului. Cu întinderea preogresivă a sporofitului, în întregime sau numai a setei, embrioteca se rupe transversal în două părți: la bază rămâne vaginula, iar partea superioară, ridicată în sus pe capsulă poartă numele de caliptră (= scufie).

Capsula matură se deschide la vârf prin structuri specifice în formă de dinți sau valve longitudinale. Seta ridică la o anumită distanță, în sus, capsula, încât răspândirea prin intermediul vântului a sporilor este mult ușurată. În sporogonul tânăr se află și un țesut de asimilație acoperit cu o epidermă, iar în centul acestuia un țesut conducător, care este continuarea celui din gametofit.

Pe sporogon se află stomate de tip Mnium (ca și la pteridofite), care la diferite familii prezintă diferențe considerabile privitoare la numărul (3-300 pe o capsulă), forma și mărimea lor.

Înmulțirea vegetativă

Mușchii frunzoși sunt capabili de o regenerare deosebit de eficientă. Tulpinițe sau frunzișoare rupte pot regenera în plante. Uneori se formează în axila frunzelor sau în vârful tulpinițelor „corpuri de înmulțire" numite propagule.

Sistematica. Pe baza organizării și structurii gametofitului, a sporogonului, modul de deschidere a capsulei și eliberarea briosporilor, Cl. *Bryopsida* se divide în trei subclase: *Sphagnidae*, *Andreaeidae* și *Bryidae*.

4.1. Subclasa *SPHAGNIDAE*

– Mușchii de turbă

Încadrează o singură familie.

Familia *Sphagnaceae*

Familia conține un singur gen, ***Sphagnum*** (fig. 158) cu peste 200 de specii. Acestea sunt monoice sau dioice, cu tulpinițe ramificate, lipsite de rizoizi. Ele trăiesc în locuri mlăștinoase cu pH acid și sărace în calcar. Formează pernițe sau pături întinse, cu o culoare caracteristică. Tulpinițele continuă să crească an de an, în timp ce partea bazală a lor se transformă treptat în turbă. În pereții celulari sunt înmagazinate substanțe asemănătoare ligninei.

A. Gametofitul. Sporii tetraedrici germinează în prezența unor ciuperci micorizante și dau naștere la o protonemă. La început, aceasta are forma unui fir, apoi devine plată, lobată, unistratificată și cu rizoizi unicelulari pe partea inferioară. Pe ea se formează numeroși gametofiți mici, care reprezintă plante tinere.

a. Tulpinițele erecte nu prezintă rizoizi, sunt așezate unele lângă altele formând pernițe compacte. Pe acestea iau naștere ramuri laterale verticilate, dintre care unele pier, iar altele sunt răsfrânte și apropiate de tulpinița principală. La vârf ramurile formează o rozetă strânsă.

Unele specii de *Sphagnum*, mai ales cele din mlaștinile montane înalte, sunt colorate în brun sau roșu-luminos prin coloranți ai pereților celulari. O ramură de sub vârf se dezvoltă în fiecare an ca și tulpinița principală și ia naștere, astfel, o dichotomie aparentă. Pentru că tulpinițele la baza lor se carbonizează și pier treptat, fiecare ramură fiică, apărută succesiv, devine plantă independentă. Scoarța tulpiniței este unistratificată sau pluristratificată, alcătuită din celule moarte, care absorb apa prin capilaritate. Pereții longitudinali și transversali sunt prevăzuți cu pori prin care circulă apa. În tulpiniță nu se află țesut conducător central.

b. Frunzulițele sunt alcătuite dintr-un singur strat de celule. Unele celule sunt mai mari, moarte, hialine, pline cu apă, cu pori, cu îngroșări inelare ale pereților și poartă numele de hialocite. Alte celule sunt vii, înguste, mai alungite, cu cloroplaste și au fost denumite clorocite (fig. 158-C). Deoarece în frunzulițe predomină hialocitele, gametofiții, în general au culori de un verde mai deschis sau chiar culori vii (brune-roșiatice sau roșietice).

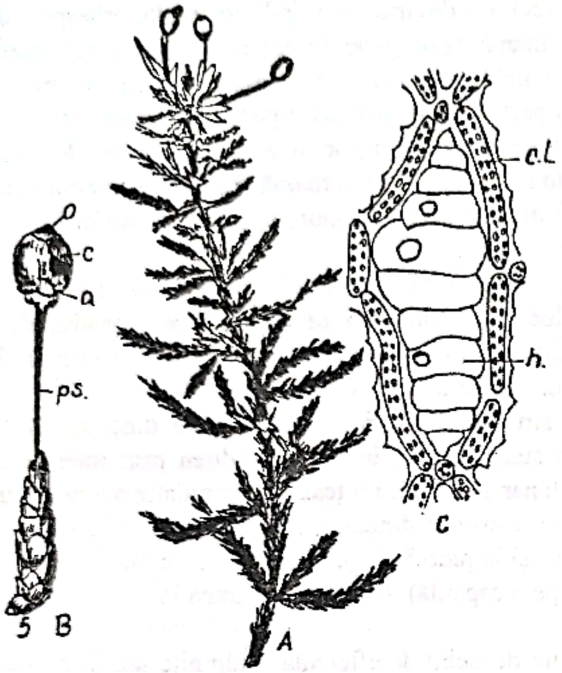


Fig. 158. *Sphagnum sp.*: A – tulpinița cu frunzișoare și în vârf cu sporogoane; B – vârful tulpiniței cu un sporogon mărit; C – structura frunzișoarei: ps – pseudopodiu; a – rest de arhegon; c – capsula; o – opercul; cl – clorocite; h – hialocite (după Soó)

c. Rozoizii lipsesc, din care cauză sfagnidele sunt considerate cele mai primitive briopside.

La speciile dioice, gametangiile se formează pe tulpinițe diferite. Ramurile masculine formează, la subsuoara frunzulițelor, anteridiile aproape sferice, cu spermatozoizii biflagelați. Aceștia au fost primii spermatozoizi descoperiți și cercetați în regnul vegetal. În vârful ramurilor feminine iau naștere arhegoniile cu oosfere. În urma fertilizării, prin intermediul apei lichide, se formează zigotul.

B. Sporofitul. Zigotul, în urma mai multor diviziuni mitotice succesive dă naștere unui embrion, din care se formează ulterior sporogonul.

Sporogonul tânăr este alcătuit dintr-un picior umflat, o setă foarte scurtă și capsula. Acesta stă o perioadă mai lungă de timp învelit în embriotecă. După acest timp, sparge embrioteca, iese în afară, iar resturile acesteia rămân la baza sporogonului.

În vârful sporogonului se află capsula sferică (fără caliptră) în interior cu columelă sferică, înconjurată de țesutul sporogen, de forma unei calote. Arhesporul (țesutul sporogen) nu ia naștere din endoteciu ci din stratul interior al amfiteciului, ceea ce reprezintă un caracter de inferioritate (plesiomorf) față de briopsidele superioare. Capsula prezintă în vârful ei un căpăcel.

Sporogonul, care reprezintă sporofitul diploid, este alcătuit din picior, pseudopodiu și capsula (fig. 158 A, B).

Piciorul său umflat este cufundat în vârful gametofitului, care poartă și hrănește sporogonul. Piciorul produs de tija arhegoniului, după maturarea sporogonului, se alungește puțin și poartă numele de pseudopodiu. Acesta ridică la o anumită distanță sporogonul (care n-are setă) și care poartă în vârf capsula. În capsulă, din celulele arhesporale diploide, în urma meiozei, se formează tetrade de meiospori. La perioada de maturare, prin suprapresiunea aerului din capsulă, căpăcelul cade și sporii sunt aruncați, până la o distanță de circa 20 cm, de planta care i-a format. Capsula nu prezintă peristom.

Singurul gen, ***Sphagnum*** are mai multe specii, dintre care la noi în țară: *Sph. squarossum, Sph. fuscum, Sph. terres, Sph. acutifolium, Sph. molluscum* ș.a.

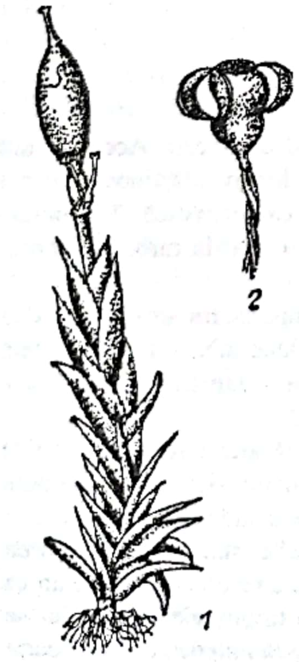


Fig. 159. *Andreaea petrophila*: 1 – planta întregă cu gametofit și sporofit; 2 – capsula matură care se deschide prin patru crăpături longitudinale (după Soó)

4.2. Subclasa *ANDREAEIDAE*

Familia *Andreaeaceae*

Familia cuprinde 3 genuri:

Genul ***Andreaea*** (fig. 159) cu 120 specii care cresc pe stânci (fără calcar) ale munților înalți, dar și în Arctica și Antarctica. Sporogonul, ca și la *Sphagnum*, nu prezintă setă și este ridicat în sus pe un pseudopodiu, care este format de tija arhegoniului. Capsula, acoperită la început de caliptră, se deschide prin patru crăpături longitudinale, la care cele patru valve rămân unite la vârf și bază (fig. 159-2). Columela, ca și la *Sphagnum*, are forma unui clopot în mijlocul capsulei. Protonema are forma unei panglici ramificate. *A. petrophila* crește pe roci silicioase din zona muntoasă și alpină.

Genul ***Andreaeobryum*** nu prezintă pseudopodiu.

4.3. Subclasa *BRYIDAE*

Acestea sunt cele mai evoluate briopside, atât prin organizarea gametofitului cât și a sporofitului.

A. GAMETOFITUL atinge cea mai mare varietate și cea mai înaltă diferențiere morfo-anatomică între mușchi frunzoși. Numai la cele mai primitive forme (*Ephemeropsis sp., Viridivellus sp.*) gametofitul este redus la stadiul de protonemă. De regulă generală, la majoritatea briidelor, acesta este alcătuit din tulpiniță, frunzișoare și rizoizi (fig. 160-2).

a. Tulpinițele pot crește atât ortotrop cât și plagiotrop. Când tulpinițele cresc drept, poartă în vârf arhegoniile și mai târziu sporogonul cu seta și capsula și mușchii se numesc acrocarpi. Tulpinițele plagiotrofe sunt de cele mai multe ori ramificate penat, formează arhegoniile, mai târziu sporogoanele în vârful ramurilor laterale scurte și mușchii se numesc pleurocarpi. Tulpinițele prezintă în interiorul lor un țesut conducător central, care, la cele mai evoluate forme (de ex. *Polytrichum*) atinge cea mai înaltă diferențiere histologică pentru briofite. La acestea s-au diferențiat hidroide (pentru conducerea apei) și leptoide (pentru conducerea asimilatelor). Majoritatea briidelor sunt dioice, prezentând și un dimorfism sexual accentuat, adică indivizii masculini, cu ansamblurile de anteridii, sunt mai mici, iar cei feminini, cu ansamblurile de arhegonii, sunt mai mari (fig. 160. 3a, 3b).

b. Frunzișoarele, cel mai adesea sunt alcătuite dintr-un singur rând de celule. Celulele marginale ale frunzișoarelor formează o bordură deosebită sau niște dințișori. La mușchii acrocarpi celulele frunzișoarelor sunt adesea parenchimatice (izodiametrice), iar la cei pleurocarpi sunt prozenchimatice (alungite). Rețeaua de celule parenchimatice și respectiv prozenchimatice rezultă prin diviziuni caracteristice ale celulelor inițiale din vârful frunzișoarelor. Frunzișoarele mușchilor acrocarpi sunt, de regulă generală, străbătute de o nervură mediană, alcătuită din mai multe straturi de celule. Frunzulițele sunt simple, sesile, ascuțite sau cu vârful obtuz și sunt dispuse altern pe tulpinițe.

c. Rizoizii la mușchii frondoși superiori sunt pluricelulari, neramificați sau ramificați și joacă rol de fixare și absorbție a apei.

B. SPOROFITUL este reprezentat prin zigot, embrion și celulele arhesporale din capsulă.

Sporogonul (fig. 160-10) prezintă: la bază piciorușul sau haustorul ancorat în tulpiniță; o tijă subțire și elastică denumită setă; capsula în vârful setei. Partea inferioară a setei, de sub capsulă, poartă numele de apofiză și este zona unde sunt concentrate stomatele. Capsula este acoperită în primele faze de dezvoltare de către caliptră (= scufie), care la maturarea sporilor cade. Caliptra reprezintă partea superioară a embriotecei, ruptă de către sporogon, datorită alungirii setei. Aceasta nu este țesut al sporofitului, ci al gametofitului haploid. Gâtul arhegonului se usucă și rămâne în vârful caliptrei, ca o mică prelungire cilindrică. Capsula este străbătută longitudinal de către columelă, sub forma unei coloane, înconjurată de un spațiu în care se află meiosporii. Aceștia au formă mai mult s-au mai puțin sferică și conțin numeroase cloroplaste.

Capsula este alcătuită din două părți: căpăcelul și urna. Sub marginea căpăcelului, care acoperă vârful urnei, se află o zonă îngustă sub forma unei coroane sau inel, care poartă numele de annulus. Celulele acestuia devin mucilaginoase, se umflă, favorizând astfel desprinderea căpăcelului. La marginea de sus a părții bombate a capsulei, denumită urnă și care a fost acoperită de căpăcel, se află, la cei mai numeroși mușchi frondoși superiori, o bordură a deschiderii formată din dințișori, care este desemnată ca peristom.

Peristomul este alcătuit dintr-un inel de dinți higroscopici. La puțini mușchi (*Polytrichales, Tetraphidales*) dinții peristomului sunt alcătuiți din rânduri de celule complete. La toți ceilalți mușchi frondoși superiori, dinții peristomului sunt alcătuiți din părți de pereți celulari ale celor trei straturi interne ale amfiteciului. Participă la formarea lor, mai ales, pereții tangențiali ai celulelor în timp ce pereții radiari se dizolvă și dispar. Dinții pot fi diferențiați într-un inel interior numit endostom și unul exterior – exostomul și formează astfel peristomul dublu. Peristomul stă pe o membrană inelară numită membrană bazilară. Dinții peristomului pot fi în număr de 4, 16 sau 32. Peristomul exterior constă din dinți mai grosieri, care închid sau deschid capsula în funcție de uscăciunea atmosferică și astfel determină o împrăștiere treptată a sporilor. Astfel, pe timp uscat, dinții exteriori se înconvoaie spre exterior și deschid capsula, iar pe timp umed se înconvoaie spre interior și închid capsula. Între doi dinți de exostom se află câte doi dinți ai endostomului, mai delicați, mai subțiri, în forma unor lamele înguste sau filamente. Sporogoanele înclinate, cu deschiderea urnei mai largă, posedă, de cele mai multe ori, un peristom bine dezvoltat, în timp ce la genurile cu sporogoane drepte, cu deschiderea îngustă, peristomul este redus.

Un fenomen frecvent întâlnit la briofite este poliploidia, adică o multiplicare a numărului de bază (x) de cromozomi dintr-un cariotip. Astfel, protonema poate fi regenerată de către sporogonul tânăr diploid și nu din meiospori. Pe protonemă se formează gametofiți diploizi și apoi aceștia formează sporofiți tetraploizi. Prin repetarea acestui fenomen se ajunge la gametofiți cu multiplicarea până la 16 ori a numărului de bază de cromozomi.

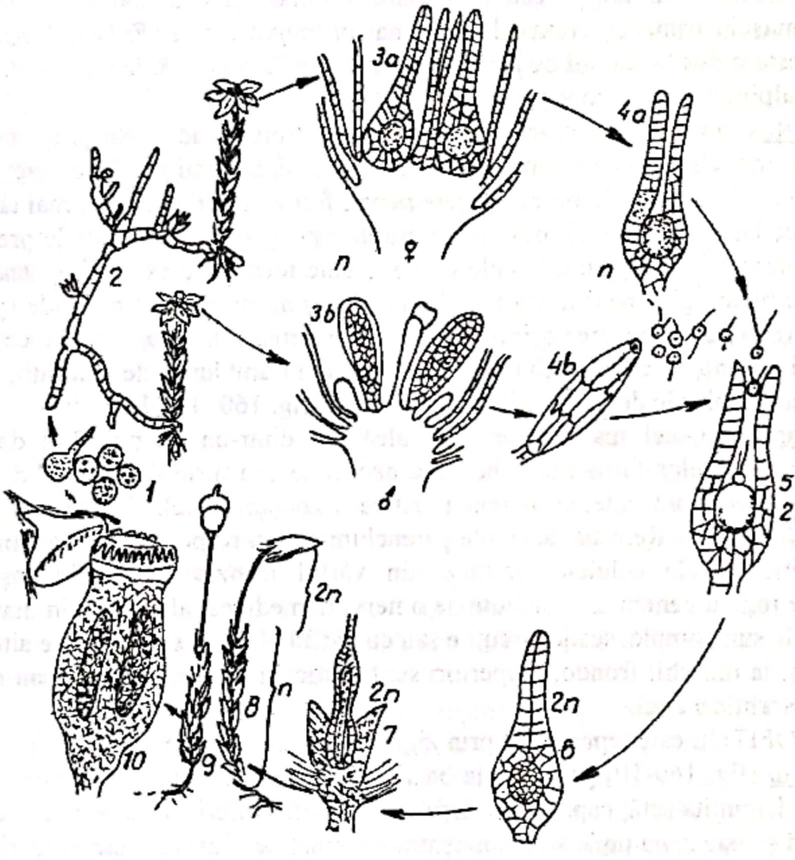


Fig. 160. Ciclul de dezvoltare la *Polytrichum commune*: 1 – briospori; 2 – protonema cu muguri din care se formează gametofiții; 3a – vârful gametofitului ♀ cu arhegoane; 3b – vârful gametofitului ♂ cu anteridii; 4a – arhegoniu cu oosferă; 4b – anteridie cu numeroși spermatozoizi biflagelați; 5 – fertilizarea oosferei și formarea zigotului; 6 - germinarea zigotului; 7 – formarea sporogonului (sporofitului); 8, 9 – plante (gametofiți) care poartă în vârf sporogoane (sporofiți); 10 – secțiune longitudinală în capsulă, cu urnă, peristom și căpăcel.

Sistematica. Cele peste 15.000 specii de *Bryidae*, foarte diverse, se grupează în supraordine, acestea în ordine pe baza unor caractere ale gametofitului ca și ale sporofitului (mai ales ale peristomului). Astfel, la puțini mușchi (ex. *Polytrichales, Dicranales*), peristomul constă din rânduri de celule întregi sau dintr-un rând de dinți (grupa haplolepideelor). La grupe derivate, ca *Funariales, Bryales, Hypnales* ș.a. peristomul este dublu: exterior și interior, iar între doi dinți ai peristomului extern stau câte doi dinți ai peristomului intern (grupa diplolepideelor).

Se va utiliza clasificarea în supraordine: *Polytrichanae* (cu ordinele: *Dawsoniales* și *Polytrichales*); *Dicrananae* (cu ordinele *Dicranales, Fissidentales, Pottiales, Grimmiales*); (supra)-ordinele: *Bartramiales, Funariales, Bryales, Hypnanae* (cu ordinele: *Neckerales, Hookeriales, Hypnales, Buxbaumiales, Tetraphidales, Schistostegales*.

3.1. Supraordinul *POLYTRICHANAE*

Acest supraordin încadrează muşchi acrocarpi cu ţesuturi conducătoare înalt diferenţiate în tulpiniţă, adică prezintă hidroide şi leptoide. Părţile subterane („rizomii") se deosebesc de părţile supraterane ale gametofitului prin dispoziţia aproape radiară a hidroidelor amintind astfel de structura rădăcilnilor de la angiospermele dicotiledonate. Frunzişoarele prezintă „lame de asimilaţie", adică benzi de celule bogate în cloroplaste situate pe faţa superioară, care realizează fotosinteza.

Peristomul are structura mai primitivă, fiind alcătuit din celule întregi în formă de potcoavă sau din celule fibroase alungite.

Sistematica. Supraordinul este divizat în ordinele: *Dawsoniales* şi *Polytrichales*.

1.1. Ordinul *DAWSONIALES*

Dawsonia superba creşte în ţinuturi sudice, mai ales în Australia şi Nouă Zeelandă. Are tulpiniţe impunătoare, înalte până la 70 cm.

1.2. Ordinul *POLYTRICHALES*

Cuprinde muşchi frondoşi cu tulpiniţe acrocarpe, înalte până la 50 cm. Frunzişoarele sunt mai mari decât la ceilalţi muşchi, unistratificate pe margini şi pluristratificate pe mijloc, unde se află nervura. Pe timp uscat, marginile frunzişoarelor se răsfrâng peste „lamele de asimilaţie", protejându-le astfel.

Genul ***Polytrichum*** (Muşchiul de pământ) are tulpiniţe de până la 40 cm înălţime, cu frunzuliţe în formă aciculară şi rizoizi pluricelulari ramificaţi. Pe suprafaţa frunzişoarelor se află „lame de asimilaţie", care se ridică de pe acestea şi absorb lumina pentru fotosinteză. *P. commune* (fig. 160) şi *P. juniperinum* se găsesc pe soluri de pădure umede sau mlăştinoase. Sporogonul prezintă picior (haustor), setă, capsulă cu columelă şi opercul, acoperită de caliptră (scufia) cu numeroşi perişori, de unde derivă denumirea latinească de *Polytrichum* (gr. poly – mai mulţi; trichi – trichomi, perişori).

Genul ***Pogonatum*** se deosebeşte de *Polytrichum* prin protonema persistentă. *P. aloides* creşte pe soluri aride, în regiunile montane.

Atrichum undulatum este un muşchi frecvent pe soluri de pădure. Specia are frunzişoare cu marginea ondulată.

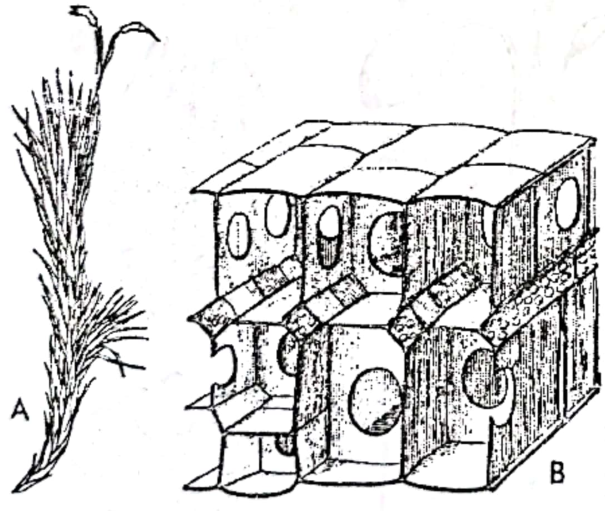


Fig. 161. *Bryopsida, Bryidae*: *Leucobryum glaucum*: A – gametofit cu sporofiţi; B – construcţia frunzei: două straturi de celule fără citoplasmă care comunică între ele prin străpungeri mari în pereţii celulari (hialocite) şi printre ele celule alungite mici cu cloroplaste (clorocite) (A- după Bresinsky; B- după Măgdefrau)

3.2. Supraordinul *DICRANANAE*

Speciile sunt forme preponderent acrocarpe. Peristomul, în caz că nu este complet involuat, este simplu (grupa haplolepidee).

Sistematica. Supraordinul încadrează ordinele: *Dicranales, Fissidentales, Pottiales, Grimmiales*.

2.1. Ordinul *DICRANALES*

Peristomul este haplolepideu, alcătuit din 16 dinţi, cu câte două laturi.

Genul ***Dicranum*** prezintă frunzuliţe în formă de seceră. *D. scoparium* se află frecvent pe soluri de pădure.

Genul ***Leucobryum*** se caracterizează prin nervuri evidente, cu două feluri de celule: unele vii cu cloroplaste şi altele moarte pline cu apă şi fără cloroplaste (fig. 161-B).

Genul ***Archidium*** are sporogon fără setă, capsula fără opercul şi fără peristom. Eliberarea sporilor se face prin descompunerea peretelui capsulei, fenomen denumit cleistocarpie.

2.2. Ordinul *FISSIDENTALES*

Frunzişoarele sunt dispuse pe două rânduri şi au pe spate câte o aripioară. Genuri: ***Fissidens, Octodiceras*** ş.a.

2.3. Ordinul *POTTIALES*

Celulele frunzişoarelor au pe partea exterioară îngroşări ale celulelor în forma unor papile. Genul ***Tortula*** prezintă peristom lung, răsucit. ***Eucladium*** formează, adeseori, perne încrustate cu calcar. Genul ***Pottia*** ş.a.

2.4. Ordinul *GRIMMIALES*

Speciile încadrate aici reprezintă unii dintre primii colonizatori ai stâncilor, sub forma unor perniţe dense. Frunzişoarele de la ***Grimmia*** şi ***Rhacomitrium*** se termină în vârfuri sticloase sau peri fără culoare.

Supraordinele următoare se caracterizează prin peristom dublu (grupa diplolepideae).

3.3. (Supra)- ordinul *BARTRAMIALES*

Încadrează muşchi cu creştere acrocarpă. Capsulele de la ***Bartramia*** şi ***Timmia*** sunt aplecate, au formă de măciucă până la aproape sferice, brăzdate.

3.4. (Supra)- ordinul *FUNARIALES*

Funaria hygrometrica este o specie cu răspândire largă în toată lumea. Este muşchi de pământ acrocarp, întâlnit frecvent pe vetrele de foc.

Splachnum luteum creşte pe dejecţiile rumegătoarelor. Se recunoaşte prin apofiza sporogonului, în formă de umbrelă, frapant colorată, care mijloceşte răspândirea, prin intermediul insectelor, a sporilor sub formă de glomerule. Este muşchi dioic.

Genul ***Ephemerum*** se caracterizează prin protonema persistentă, cu viaţă lungă.

3.5. (Supra)- ordinul *BRYALES*

Reprezentanţii prezintă forme de creştere acrocarpe dar şi tranziţii spre cele pleurocarpe. În structura frunzişoarelor se pot observa tranziţii de la reţeaua de celule parenchimatice spre cea prozenchimatică. Capsula se formează în vârful tulpiniţelor sau pe ramurile laterale, fiind prevăzute, de regulă generală, cu peristom dublu, la care dinţii inelului interior sunt înalt diferenţiaţi.

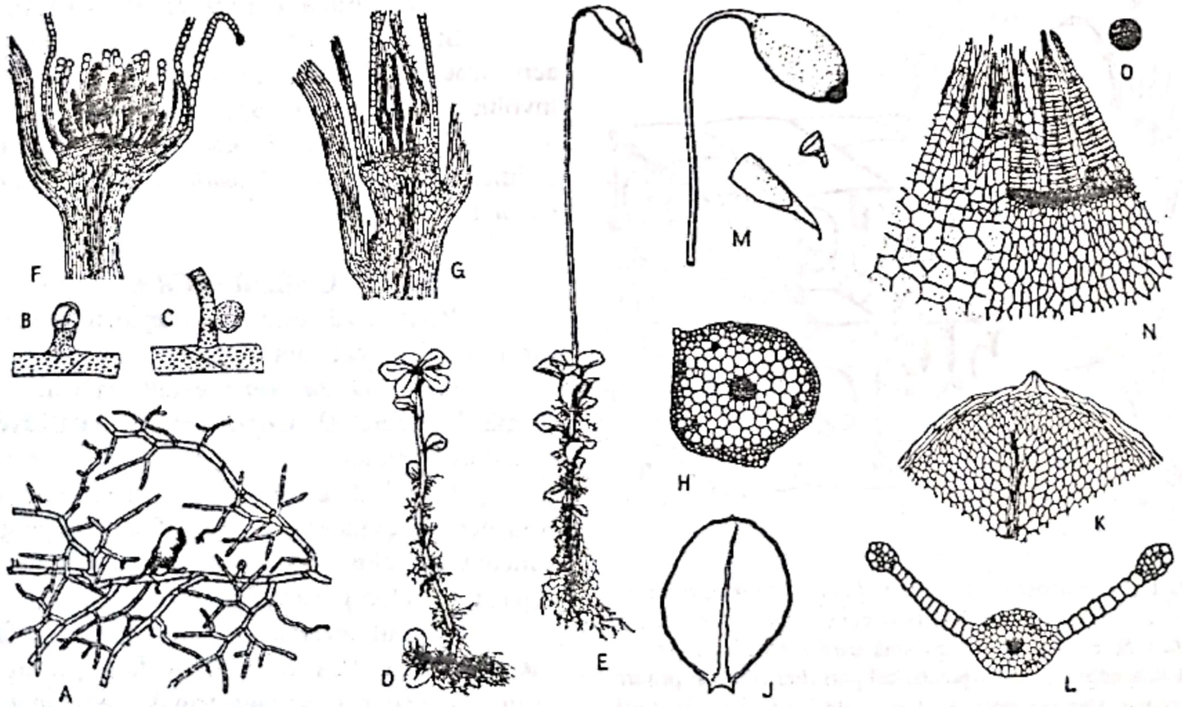


Fig. 162. *Bryidae, Bryales. Mnium punctatum*: A – protonema cu mugur; B – apariţia mugurelui pe protonemă; C – celula apicală trimuchiată; D – planta ♂; E – planta ♀ cu sporofit; F – ansamblu de anteridii în secţiune longitudinală; G – ansamblu de arhegonii în secţiune longitudinală; H – secţiune transversală prin tulpiniţă şi trei urme foliare; J – frunzuliţă; K – vârful frunzuliţei; L – secţiune transversală prin partea de jos a unei frunzuliţe; M – capsula matură, alături cu căpăcel şi caliptră; N – peristom; stânga peristomul exterior îndepărtat: unul dintre cei trei dinţi de peristom exterior înconvoiat datorită uscăciunii atmosferice: o – spor (după Măgdefrau, din Strasburger, 1999)

Este cel mai bogat ordin de musci frondosi, cuprinde circa 12.000 specii, grupate în 7 familii.

Dintre cele mai cunoscute sunt speciile genului ***Bryum***, ***Rhodobryum***, cu smocuri mari de frunze. Prin păduri, pe soluri umede, cresc specii ale genurilor ***Mnium*** (fig. 162).

Mittenia plumula se află în Australia, Tasmania, Noua Zeelandă. Protonema acestui muşchi colectează şi reflectă lumina („muşchi luminos").

Philonotis calcarea (fig. 163-2) creşte în izvoare reci montane.

3.6. Supraordinul *HYPNANAE*

În acest supraordin sunt incluşi muşhi preponderent pleurocarpi. Reţeaua de celule a frunzei este prozenchimatică. Nervura frunzei, spre deosebire de grupele precedente, este omogenă, adică alcătuită dintr-un singur fel de celule.

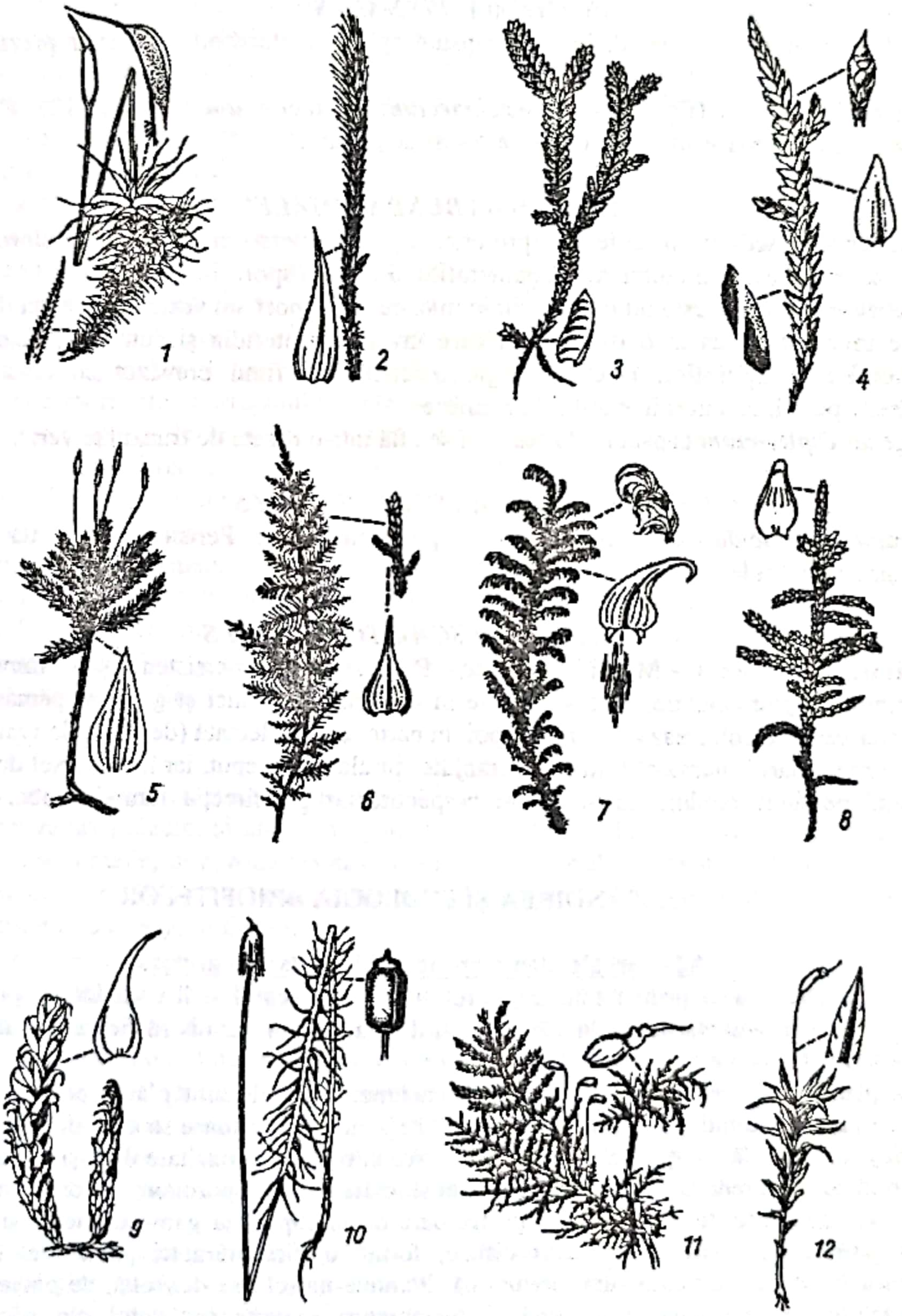


Fig. 163. *Bryopsida, Bryidae*: 1 – *Syntrichia ruralis*; 2 – *Philonotis calcarea*; 3 – *Neckera crispa*; 4 – *Fontinalis antipyretica*; 5 – *Climacium dendroides*; 6 – *Thuidium delicatulum*; 7 – *Cratoneurum commutatum*; 8 – *Entodon schreberi*; 9 – *Hypnum cupressiforme*; 10 - *Polytrichum commune*; 11 – *Rhytidiadelphus triqueter*; 12 – *Hylocomium proliferum*; 13 – *Catharinea undulata* (după Soó)

6.1. Ordinul *NECKERIALES*

Reprezentanţii se caracterizează prin peristomul interior al capsulelor, de cele mai multe ori involuat. În mlaştini creşte ***Climacium dendroides*** (fig. 163-5), care este ramificat în formă de pomişor. Genul ***Papillaria*** încadrează specii epifite frecvente la tropice, atârnate cu vârful în jos. Genul ***Fontinalis*** (fig. 163-4) cuprinde specii acvatice. Speciile genului ***Macromitrium*** sunt heterospore, adică formează în capsulele lor spori mai mici (♂) şi mai mari (♀). ***Neckera crispa*** (fig. 163-3).

6.2. Ordinul *HOOKERIALES*

Hookeria lucens creşte pe sol umed de pădure. Frunzuliţele sunt plane şi posedă celule mari. Peristomul este redus.

6.3. Ordinul *HYPNALES*

Setele sunt lungi şi prezintă în vârf capsule aplecate. Peristomul interior prezintă o înaltă diferenţiere.

Genurile: ***Hypnum*** (fig. 163-9), ***Brachytecium***, ***Hylocomium*** (fig. 163-12), ***Pleurorizum***, ***Plagiothecium*** cu numeroase specii ce cresc pe soluri de pădure.

6.4. Ordinul *BUXBAUMIALES*

Caracteristica acestora o reprezintă protonema perenă, persistentă, bogată în cloroplaste, care preia, în cea mai mare parte, hrănirea atât a gametofitului cât şi a sporofitului.

Buxbaumia aphylla este un muşchi dioic mic, cu un dimorfism sexual accentuat. Gametofitul este puternic involuat, redus la o frunzişoară care înveleşte anteridia şi contribuie foarte puţin la hrănirea sporofitului. Sporofitul este fiziologic independent, fiind prevăzut cu ţesut asimilator abundent. Creşte pe sol, mai ales în păduri de conifere.

La genul ***Diphyscium*** capsula este sesilă şi se află într-o rozetă de frunzuliţe verzi.

6.5. Ordinul *TETRAPHIDALES*

Tetraphis pellucida este întâlnit frecvent pe lemn putred. Peristomul prezintă patru dinţi alcătuiţi din şiruri de celule.

6.6. Ordinul *SCHISTOSTEGALES*

Schistostega pennata – Muşchiul luminos. Protonema este persistentă şi se înmulţeşte prin corpuri de înmulţire pluricelulare. Aceasta creşte în crăpături de stânci şi găuri în pământ. Prezintă celule mari, sferice, care colectează lumina şi apoi, în parte, este reflectată (de aici a derivat denumirea muşchiului). Frunzişoarele gamatofitului sunt aranjate spiralat la început, iar în decursul dezvoltării se dispun vertical pe două rânduri, într-un plan perpendicular pe direcţia luminii slabe. Peristomul lipseşte.

RĂSPÂNDIREA ŞI ECOLOGIA BRIOFITELOR

Adaptări ale plantelor-muşchi la viaţa aerian-terestră

Briofitele sunt plante primar terestre, care au cucerit uscatul şi îl colonizează prin numărul mare de specii actuale. Adaptările lor la acest spaţiu de viaţă le-au permis să fie răspândite peste tot, atât pe orizontală cât şi pe verticală.

Sunt plante cu o rezistenţă crescută la uscăciune. Muşchii sunt plante poikilohidre, adică dependente de variaţiile umidităţii din mediul extern. În perioade secetoase se deshidratează şi intră în anabioză (viaţa latentă), fără a-şi pierde viabilitatea. Au şi o slabă capacitate de a-şi regla sau limita transpiraţia prin cuticula redusă de pe gametofit, prin stomatele de pe sporogon, rareori pe tulpiniţă sau frunzişoare, prin straturile de celule sterile protectoare de la suprafaţa gametangilor. De asemenea, creşterea în perniţe compacte, pămătufuri difuze, forme epifite atârnate, pâsle etc. le ajută să supravieţuiască în condiţii de uscăciune prelungită. Plantele-muşchi se dezvoltă, de obicei, în locuri stabile favorabile, cu umiditate abundentă şi temperaturi scăzute (pe solul din păduri, locuri mlăştinoase etc.). În staţiunile extreme de viaţă (secetoase sau reci) au adaptări corespunzătoare pentru supravieţuire.

La speciile cu frunzuliţe, preluarea şi conducerea apei, făcând abstracţie de puţine cazuri, se face pe întreaga suprafaţă a gametofitului. Între rizoizi, tulpiniţă şi frunzişoare există un adevărat sistem capilar închis, prin care se face posibilă înmagazinarea unei mari cantităţi de apă. La muşchii hepatici folioşi se află frunzişoare înclinate în felul ţiglelor de pe casă, cu absorbţie (admisie) superioară şi inferioară de apă, „saci pentru apă", frunzişoare de mijloc (amfigastre), lobi de frunze sau vârfuri filamentoase de frunzişoare cu rol în absorbţia apei din precipitaţii. La *Marchantia, Sphagnum*, *Leucobryum* reţinerea apei se face în celule speciale, mai mari, de înmagazinare a apei.

În capsula muşchilor frondoşi, columela serveşte ca înmagazinator de substanţe nutritive dar şi de apă pentru sporii în formare. La unii muşchi (*Funaria, Encalypta*) caliptra se bombează (caliptră cu burtă) şi serveşte astfel la înmagazinarea apei.

În păduri, perniţele de muşchi reţin o mare cantitate de apă şi astfel au rol în prevenirea inundaţiilor, a alunecărilor de terenuri etc. De asemenea, reglează evaporarea apei din sol.

În mlaştinile din regiunile montane înalte, muşchiul *Sphagnum* are capacitate mare de înmagazinare şi deci, şi în gospodărirea apei din precipitaţii în aceste habitate.

Muşchii, ca şi lichenii, sunt consideraţi avanposturi ai vegetaţiei, deoarece colonizează teritorii noi, fără vegetaţie, înaintea instalării altor plante.

Briofitele cu ţesut central de conducere, şi anume muşchii frondoşi acrocarpi şi puţini muşchi hepatici, absorb apă prin rizoizi şi o conduc prin hidroide. Deosebit de reliefat, acest sistem interior de conducere al apei, este la *Polytrichanae*, unde apa din hidroidele tulpiniţei trece în frunzuliţe prin aşa-numitele „urme ale frunzuliţelor" (analog cu situaţia de la spermatofite), alcătuind astfel un sistem închis de conducere al apei.

Fertilizarea gametului feminin de către cel masculin se realizaează în mod obligatoriu prin apa fluidă, în timp ce sporii sunt răspândiţi prin intermediul vântului. Eliberarea sporilor se realizează datorită diferenţelor de umiditate dintre exteriorul şi interiorul capsulei, mecanisme active de deschidere a capsulelor, higroscopicitatea elaterelor etc. Apofiza, în formă de umbrelă viu colorată, de la sporogonul de *Splachnum*, reprezintă o excepţie între briofite, deoarece favorizează răspândirea glomerulelor de spori prin intermediul insectelor, ademenite optic.

La unele specii de briofite s-au dezvoltat structuri cu rol de asimilaţie clorofiliană înalt specializate şi chiar deferenţiate. Talul de la *Marchantia polymorpha* se aseamănă morfologic şi chiar anatomic cu o frunză de cormofite. Diferenţierea se referă atât în ce priveşte realizarea fotositezei cât şi la amenajările speciale de pe gametofit pentru schimbul de gaze, aşa-numitele deschideri (pori) pentru respiraţie. La formele cu stomate, pe gametofitul talos de la *Anthoceros* şi exclusiv pe sporofitul (sporogonul) de la muşchii frondoşi, adesea stomatele, în mod secundar, şi-au pierdut funcţiunea. Totuşi, la cei mai numeroşi muşchi frunzoşi actuali, aceste structuri sunt funcţionale şi realizează atât schimbul de gaze cât şi eliminarea apei prin transpiraţie. Stomatele se pot afla la nivelul epidermei sau, uneori, adânc cufundate.

Ecologia briofitelor

Cele mai numeroase plante-muşchi sunt higrofite, răspândite în principal în zone cu umiditate mare şi temperaturi scăzute, şi anume în păduri şi mlaştini în lungul păraielor şi râpelor umede, pe stânci umbroase, umede, în apropierea cascadelor, unde se pulverizează permanent apa, în zonele cu ceaţă permanentă etc. Muşchii hepatici necesită, în general, mai multă umiditate a substratului şi mediului aerian decât muşchii frondoşi.

La tropice se află bogăţia cea mai mare de forme de muşchi pendenţi (atârnători), de până la câţiva metri lungime, mai ales în pădurile de ţărmuri cu ceaţă permanentă şi de munte, pe ramurile şi tulpinile arborilor, ca epifiţi. Deseori, în aceste zone, un mare număr de specii colonizează suprafaţa frunzelor unor plante. Astfel de muşchi se numesc epifili şi pot fi interpretaţi atât ca epifiţi (folosind frunza ca suport), dar în parte şi ca semiparaziţi, deoarece rizoizii lor pătrund prin cuticula frunzei purtătoare şi extrag apa şi ionii minerali din mezofilul acesteia.

Muşchii frondoşi din zonele temperate prezintă un ritm de creştere surprinzător de înalt, determinat de anotimpuri. Ei sunt verzi tot anul şi păstrează, ca şi muşchii hepatici folioşi, frunzişoarele şi iarna.

Formaţiuni vegetale proprii, briofitele formează numai în tundră (Arctica) şi uneori în mlaştinile subalpine şi alpine din munţi. În aceste mlaştini, producţia de substanţă uscată a unei pături de muşchi de 1 m^2/an este de 200-900 g, ceea ce corespunde cu producţia de fân a unei pajişti de calitate medie, la aceeaşi suprafaţă pe an (A. Bresinsky, in Strasburger, 1999).

Cel mai adesea, briofitele se află în formaţiuni vegetale dominate de fanerogame, unde formează structuri proprii subordonate celor dintâi, denumite sinuzii, nu rareori în concurenţă cu lichenii.

La formarea arealelor, briofitele concordă cu fanerogamele. Larga răspândire pe tot globul a unor specii, ca *Marchantia polymorpha, Bryum argenteum, Funaria hygrometrica* ş.a., se datorează, probabil, oamenilor.

O altă grupă ecologică de briofite sunt speciile xerofile, cu adaptări speciale pentru a rezista la uscăciune şi temperaturi înalte, uneori timp îndelungat. De exemplu, *Tortula muralis*, specie saxicolă xerofilă, poate să-şi păstreze viabilitatea până la 14 ani în stare uscată.

Muşchii expuşi la soare şi cu aceasta şi la uscăciune, formează perniţe scurte şi compacte, cu aspect gri-argintiu, determinat de vârfuri de frunze lungi, moarte. Astfel de vârfuri, denumite „peri sticloşi", protejează plantele împotriva insolaţiei, dar şi a transpiraţiei excesive, în mod analog cu trichomii morţi, plini cu aer, de pe frunzele şi tulpinile angiospermelor heliofile şi xerofile. De exemplu, la *Polytrichum piliferum*, specie tericolă xerofilă, marginile frunzişoarelor unistratificate se boltesc spre în sus, peste partea cu celule asimilatoare (pluristratificată) şi în această formă de frunze răsucite le protejează împotriva uscăciunii.

În concluzie, în privinţa umidităţii, briofitele pot fi higrofile şi xerofile, cu adaptări caracteristice, care le permit să supravieţuiască, dar să se şi propage, cucerind noi teritorii.

Cu privire la temperatură, briofitele pot rezista la valori extreme ale acesteia. Pot vegeta pe stâncile etajului nival al munţilor înalţi, ca şi în Arctica şi Antarctica, la temperaturi foarte scăzute, dar protejaţi de stratul de zăpădă. Pe de altă parte, se pot găsi pe locuri stabile expuse la soare, cu temperaturi la nivelul solului de până la 70 ^{0}C. Experimental, muşchii frondoşi au putut rezista, o jumătate de oră, la temperatura de +110 ^{0}C (A. Bresinsky, in Strasburger, 1999).

În general, briofitele ajung să fie expuse la astfel de condiţi extreme, cum ar fi uscăciunea îndelungată, temperaturi înalte sau radiaţii puternice, mult mai puţin decât fanerogamele. Ei se instalează mai ales în staţiuni umbrite, pe soluri de pădure umede-ude, sub formă de pâsle, perniţe etc., luptând mai eficient împotriva condiţiilor nefavorabile decât ca indivizi izolaţi.

Unele specii s-au adaptat în mod secundar la viaţa acvatică (secundar hidrofite). La acestea, ca adaptare la noul mediu de viaţă, au avut loc modificări structurale. Astfel, căile exterioare de preluare a apei din precipitaţii şi căile interioare de conducere a acesteia au fost involuate. De exemplu, *Fontinalis antipyretica* dar şi alte specii secundar hidrofite, sunt mult mai sensibile la uscăciunea îndelungată decât formele primar terestre. Speciile de muşchi secundar hidrofile, care trăiesc în pâraie şi căderi de apă bogate în calcar (de ex. *Eucladium verticillatum, Bryum pseudotriquetrum, Cratoneuron commutatum*) au, alături de unele cianofite şi alge verzi (*Oocardium sp.* şi *Chara sp.*) ş.a. un rol important în formarea tufurilor calcaroase, din carbonatul de calciu greu solubil şi care ulterior precipită.

Specii halofile, adică adaptate la soluri sărăturoase, sunt puţine printre muşchii frondoşi. De exemplu, specii de *Pottia* se pot întâlni pe terenuri sărăturate de pe ţărmul mării sau în alte locuri asemănătoare.

Simbioza mutualistă din cadrul briofitelor este mai rar întâlnită, atât cu cianofite cât şi cu ciuperci. Astfel, în cavităţi din talul de *Blasia* şi *Anthoceros*, trăieşte alga albastră-verzuie Nostoc. Mulţi muşchi hepatici formează simbioze cu hife de ciuperci, atât în rizoizii lor, cât şi în celulele de protonemă sau de tulpiniţă. Relaţiile care se stabilesc între hifele ciupercii şi muşchii hepatici respectivi sunt greu de interpretat, atât ca mutualism (avantaje reciproce temporare) cât şi ca parazitism. De exemplu, rizoizii de la *Marchantia* şi de la alţi muşchi pot fi atacaţi şi consumaţi de hifele de ciupercă. Există şi situaţii inverse, când muşchiul hepatic *Cryptothallus*, fără clorofilă şi care creşte sub perniţele de muşchi frondoşi, consumă parazitic hife de ciupercă (A. Bresinsky, in Strasburger, 1999).

FILOGENIE. VECHIME

Plantele terestre: briofitele şi plantele vasculare inferioare (Pteridofitele) au câteva caractere comune cu clorofitele: aceeaşi pigmenţi asimilatori (clorofila *a* şi *b*), substanţa de rezervă amidonul intraplastidial, pereţii celulari celulozici sau pectocelulozici, alcătuirea concordantă a celulelor lor germinative mobile (sporii şi gameţii).

Toate acestea reprezintă argumente puternice pentru a considera că plantele terestre inferioare au derivat pe două căi de evoluţie, din algele verzi. Dintre toate algele verzi, algele-candelabru (*Charophyceae*) haplobionte sunt mai îndeaproape înrudite cu briofitele, decât alte alge verzi. În favoarea acestei ipoteze se aduc câteva argumente. Protonema muşchilor sub formă de fir sau uneori aplatizată (pe care se dezvoltă direct gametangiile), asemănătoare cu formele iniţiale de tal de la

Chara, poate oferi indicii asupra tranziției treptate de la talul filamentos la talul parenchimatic (talul țesut). La aceasta se adaugă construcția concordantă a spermatozoizilor lor cu doi flageli asimetrici, dar și alte caracteristici ultrastructurale și biochimice.

Desprinderea istorico-evolutivă a briofitelor din aceste grupe de alge verzi a avut loc, probabil, la trecerea dintre Silurian și Devonian, în paralel cu primele pteridofite terestre.

Formele inițiale de briofite și plante vasculare au preluat, probabil, structurile de conducere pentru apă și asimilate de la strămoși comuni. În spiritul acestei ipoteze vorbesc concordanțele de structură și funcție ale hidroidelor și leptoidelor de la briofite cu traheidele și respectiv tuburile ciuruite de la pteridofite, dar și prezența arhegoniilor și stomatelor la ambele grupe. Dezvoltarea ulterioară, însă, a urmat căi diferite. La briofite a fost promovat gametofitul, care reprezintă planta propriu-zisă. Ulterior, atât gametofitul cât și sporofitul au suferit schimbări și progresii funcționale (de tip Mnium), sistemul de creștere a tulpiniței de la tipul pleurocarp (inițial) la cel acrocarp (derivat), rețeaua de celule ale frunzișoarelor de la tipul parenchimatic la cel prozenchimatic, sistemul de deschidere al capsulei, de la cel cu crăpături longitudinale din vârful acesteia, la forme cu peristom simplu și în final la peristomul dublu.

Briofite fosile au fost descoperite până în Devonianul superior. Ex. *Sporogonites*, fosilă din Devonian, prin caracterele sale, poate fi considerat o verigă de legătură între briofite și primele pteridofite și anume psilofitele.

Mușchii hepatici taloși și folioși, ca și primii mușchi frondoși, sunt cunoscuți din Carboniferul englezesc. Mușchii frondoși dintre *Sphagnidae* și *Bryidae* au fost descriși ca fosile din Permianul rusesc (Peciora, Kuznetzc). Mușchii frondoși din Carboniferul Inferior și Permian prezentau nervuri ale frunzelor, în timp ce aceia fără nervuri au fost cunoscuți abia din Triasic și Jurasicul târziu. Cele mai numeroase fosile de briofite, printre care și cele cu creștere pleurocarpă, datează din Terțiar și pot fi atribuite genurilor actuale.

UTILIZĂRI ALE BRIOFITELOR

Pe lângă rolul ecologic al briofitelor, în general, în diferite zone geografice, stațiuni și asociații vegetale, unele specii de mușchi frondoși au utilizări practice. Astfel, mușchiul de turbă (*Sphagnum sp.*) a dus, în condiții de umiditate abundentă și temperaturi scăzute, la formarea turbei. Turba la ardere formează puțină cenușă și de aceea este un combustibil ușor, însă foarte bun, în special la electrocentrale.

Turba este și un excelent îngrășământ organic, des folosit în sere, răsadnițe, solarii, pentru cultura legumelor, plantelor floricole (de exemplu orchidee ș.a.). Poate fi folosită și ca așternut pentru vite, fiind un bun absorbant al urinii. De asemenea, poate fi folosită ca amendament pentru ameliorarea însușirilor fizice ale unor soluri sărace.

Cele mai importante rezerve de turbă de *Sphagnum* de la noi din țară se află în Bucovina, la Vatra Dornei, Lucina ș.a.; în Moldova la Șarul Dornei, Borsec ș.a.; în Transilvania la Miercurea Ciuc, Molhoș (lângă lacul Sfânta Ana) ș.a.; în Mții Apuseni, Covasna, Brașov ș.a.

Din unele specii de briofite se poate obține alcool metilic, zaharină, ceară, parafină, vopseluri. Astfel, dintr-o tonă de *Sphagnum*, prin metoda hidrolizei, se pot obține 120 l de alcool metilic.

Mușchiul de turbă are importanță ca material de construcție și termoizolator. Din acesta, prin prelucrare industrială, se poate obține hârtie și carton. De asemenea, are și importanță medicinală. Astfel, vata poate fi înlocuită cu mușchiul de turbă sterilizat.

Importanța științifică a sfagnetelor este legată de conservarea unor specii rare, relictare, din perioada glaciară. În cuprinsul sfagnetelor s-au conservat grăuncioare de polen și spori, pe baza cărora s-a putut reconstrui istoria și succesiunea vegetației pe teritorii mai restrânse sau mai extinse. În această privință contribuții fundamentale pentru România a adus școala clujeană coordonată de acad. E. Pop.

Inițiatorii cercetărilor briologice în România sunt considerați: S. Radian, M. Peterfi, C. Papp, Tr. Ștefureac, Gh. Mihai, G. Dihoru, G. Mohan ș.a.

2. Încrengătura *PTERIDOPHYTA*
– Pteridofite, Plante ferigi

Consideraţii generale

Pteridofitele reprezintă primele plante vasculare, la care, în ciclul de viaţă predomină sporofitul diploid.

Sporofitul diploid reprezintă planta verde, independentă. La pteridofitele primordiale dispărute, tulpina era alcătuită din lăstari bifurcaţi, de acelaşi fel, fără frunze, care au fost denumiţi telomi. Lor le lipseau, ca şi la psilotopsidele actuale, rădăcinile autentice. La pteridofitele actuale (*Lycopodiopsida, Equisetopsida, Polypodiopsida*) sporofitul este împărţit clar între partea care poartă sau a purtat frunzele, frunze şi rădăcini. Sporofitul pteridofitelor este, astfel, un corm autentic.

Gametofitul haploid este denumit la pteridofite protal. Acesta este, de obicei, mic (de la câţiva mm → 5 cm) şi are aspect lamelar, tuberculiform, rareori filamentos, verde autotrof şi se fixează de sol cu ajutorul rizoizilor unicelulari. Numai în cazuri rare, la pteridofite iniţiale, protalul poate fi cormoid, pluricelular şi vascularizat. Pe acesta se formează, în număr mare, anteridiile şi arhegoniile. Fertilizarea este posibilă, ca şi la briofite, numai prin intermediul apei de precipitaţii, care stropeşte protalurile cu gametangii şi gameţi.

După fertilizare protalul piere, iar dacă pieirea este împiedicată, protalul trăieşte mai departe ani de zile. Din zigot se dezvoltă embrionul şi apoi planta propriu-zisă, independentă, perenă, cu rădăcină şi lăstari.

Organele tipice ale cormofitelor au luat naştere, probabil, din telomi (lăstari bifurcaţi fără frunze). Teoria telomilor a fost dezvoltată, printre alţii, de către Zimmermann, 1930; Strasburger, 1962.

Teoria telomului după Zimmermann, 1930

Telomul primitiv este alcătuit numai din axe bifurcate şi este reprezentat prin corpul Rhynialelor (psilofitale devoniene).

Fiecare ramură a bifurcaţiei este identică şi poate fi sterilă sau sporangiferă. De la părţile acestui telom primitiv, prin transformări diverse, se ajunge la realizarea formelor vegetale actuale. Printre procesele elementare, care au permis aceste transformări, se cuvine a cita producerea unei cime dintr-un ax terminal. Dintr-un ax dichotomic ramificat se poate ajunge la o ramificaţie penată, prin câştigarea la fiecare nivel al bifurcaţiei, a înălţimii, alternativ a segmentului stâng sau drept. Ansamblul segmentelor predominante în creştere vor forma axul principal, iar axele secundare nu vor avea decât aspect de ramuri secundare.

Plecând de la aceeaşi telomi primitivi se pot diferenţia, prin diferite alte procese elementare, următoarele organe:

a. Axele de creştere care sunt formate prin reunirea mai multor telomi şi sunt desemnate ca sintelomi. Telomii sterili sunt denumiţi filoide, iar gruparea acestora simfiloide.

b. Frunzele reprezintă ultimele ramificaţii ale unui simfiloid. Frunzele plantelor vasculare pot fi filoide simple, dispuse într-un plan, aciculare, uninerve (ca la *Lycopodiales*) numite microfile sau filoide sudate într-o frunză plată, numită megafilă. Megafilele, începând cu originea lor filogenetică, au suferit numeroase transformări, cum ar fi aplatizarea şi dispunerea tuturor sporofilelor de bifurcaţie în acelaşi plan. Dobândesc, astfel, dorsiventralitatea şi simetria bilaterală, având creşterea în lungime în limite determinate.

Organele care vor contribui la realizarea reproducerii vor fi frunzele, mai mult sau mai puţin, profund modificate. Nucela, ovulele, sporangii vor avea valoarea de emergenţe foliare sau de peri epidermici.

Cele mai vechi pteridofite şi anume psilofitele, se aseamănau, în aspectul lor exterior, în întregime, cu talul ramificat dichotomic al multor alge brune superior organizate. În locul celulei apicale, se găseau, în punctul vegetativ, deja meristeme apicale, alcătuite din numeroase celule asemănătoare.

Partea supraterană a psilofitelor nu era încă diferenţiată în lăstari cu frunze, ci consta, ca şi azi la multe alge brune marine, din bifurcaţii egale, în care de abia se putea recunoaşte diviziunea muncii. Nu trebuie, însă, să înţelegem că psilofitalele au derivat din alge brune, ci numai o analogie a părţilor lor.

Deoarece denumirile morfologice pentru organele plantelor superioare nu se pot folosi şi pentru ramurile (lăstarii) uniforme ale psilofitalelor, aceştia din urmă au fost denumiţi telomi sau mai corect telomi primitivi.

Corpul vegetativ al *Rhynialelor* constă dintr-un protostel: cu xilem interior, alcătuit din celule prozenchimatice lignificate cu rol de conducere a apei dar şi de susţinere şi un cilindru de floem exterior; o manta parenchimatică – scoarţa şi în afară o epidermă cutinizată.

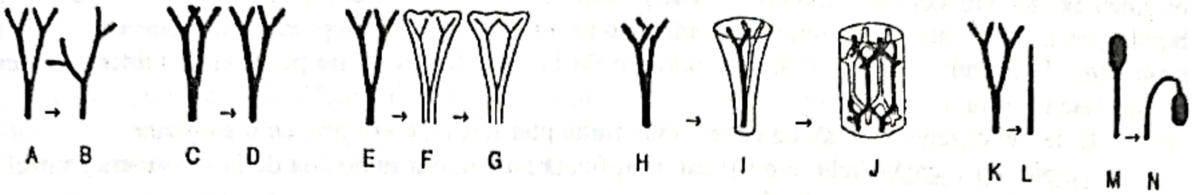


Fig. 164. Reprezentarea schematică a celor cinci procese elementare care, după teoria telomilor, au dus la desăvârşirea cormului, în forma actuală: A, B – depăşire; C, D – planaţie; E, G – şi H, J – alipire strânsă; K, L – reducţie; M, N – înconvoiere (după Zimmermann)

Conform cu teoria telomică (fig. 164), organele tipice ale plantelor vasculare (organele de reproducere, frunza şi eventual şi rădăcina) au provenit din telomul primitiv, prin unele procese de bază (procese elementare) ca:

- depăşire;
- planaţie;
- alipire şi concreştere;
- înconvoiere.

1. Depăşirea

Prin creşterea apicală a telomului primitiv, care la început era absolut uniform, s-a podus mai întâi o diferenţiere şi o diviziune a muncii între axele principale purtătoare de sporangi şi axele secundare laterale, sau aşa numitele sisteme de axe asimilatoare.

Axul principal cu funcţia de înmulţire, care a primit un impuls de creştere, depăşeşte în lungime axele laterale surori, care devin, astfel, organe anexe situate lateral şi care, progresiv, pot prelua funcţia de fotosinteză.

Acest proces de creştere apicală şi de depăşire în creştere, se poate lămuri print-o cercetare comparativă a sistemelor de lăstari la speciile actuale: *Lycopodium sellago* şi *L. cernuum*. Ambele specii cresc prin meristeme apicale pluricelulare, care, din timp în timp, se bifurcă dichotomic. La *Lycopodium sellago*, ambele axe ale bifurcaţiei cresc egal de puternic în lungime, încât se produce o formă de creştere, interpretată ca primordială (plesiomofră), şi anume izotomia. La *L. cernuum*, dimpotrivă, una dintre axe depăşeşte în mod constant pe sora sa, încât apare un fel de ax principal monopodial şi sistemul de ramificare, considerat derivat (apomorf), denumit anizotomie. Prin extrapolare, se poate considera că în acelaşi mod s-a desfăşurat acest proces, de depăşire în creştere, în decursul dezvoltării istorico-evolutive.

2. Planaţia reprezintă procesul elementar prin care ramurile laterale ale telomilor ajung în acelaşi plan şi reprezintă o etapă intermediară pentru apariţia frunzelor.

3. Alipirea congenitală strânsă, urmată de concreşterea lăstarilor aşezaţi în acelaşi plan, duce la transformarea acestora în organe anexe, plane, de felul frunzei. În acest mod trebuie să se fi dezvoltat frunzele mai mari, mai întâi cu nervuri ramificate dichotomic şi apoi cu nervuri multiplu divizate (în reţea) care au fost desemnate ca megafile.

Şi telomii aşezaţi tridimensional se pot alipi strâns şi apoi concreşte între ei, formând un trunchi abundent, mai gros, parenchimatic. Acest trunchi nu mai este străbutut de un singur fascicul conducător central (protostelul), ci cuprinde 2-4 fascicule de elemente conducătoare sau vasculare. Datorită vaselor lemnoase lignificate, soliditatea şi rezistenţa trunchiului este considerabil mărită.

4. Reducţia. Prin reducţie poate fi imaginată apariţia frunzelor mici, mai mult sau mai puţin în formă de ac şi cu o singură nervură, aşa-numitele microfile. Această ipoteză este controversată. După alte opinii microfilele sunt organe „sui-generis", care au putut apărea pe telomii lipsiţi de frunze ai plantelor primitive terestre de tip Rhynia, ca excrescenţe ale ţesutului cortical şi nu pot fi derivate prin procese elementare din telomi. Pentru unii morfologi, microfilele sunt considerate ca strămoşi legitimi ai megafilelor, datorită faptului că au apărut mai timpuriu, în cursul evoluţiei.

5. Înconvoierea. Poate fi urmărită la tulpinile purtătoare de sporangi de la *Equisetopsida*.

La ferigile actuale, curând după primele diviziuni ale zigotului, iau naştere, în afara unui haustor (picior), un vârf (primordiu) de rădăcină, cu origine endogenă, un vârf de tulpină şi unul de frunză. Treptat, cu formarea embrionului, care la început este hrănit de protal, aceste primordii dau naştere la prima rădăcină, tulpină şi prima frunză (cotiledonul). Capătul axei embrionului opus „polului lăstarului" (cu tulpină şi frunză) ar putea fi numit „polul rădăcinii". La pteridofite însă, rădăcina embrionului piere în scurt timp şi se formează numeroase rădăcini adventive laterale, cu originea exogenă în axa lăstarului (homorizie primară). Deci, embrionul pteridofitelor nu este construit bipolar ca la spermatofite, ci unipolar, adică toate organele, lăstarul şi rădăcina, pornesc dintr-un singur loc. Rădăcinile adventive ale lor pornesc de la baza frunzelor de pe lăstarul subteran şi sunt considerate rădăcini ale frunzelor.

Cele trei organe de bază, de la cele mai multe pteridofite, cresc prin celule iniţiale.

Tulpina bifurcată (dichotomică) sau ramificată lateral, dar niciodată de la subsuoara frunzelor (ca la spermatofite), prezintă multe frunze.

Rădăcinile poartă o scufie şi nu iau naştere din periciclu, ci din endoderm (stratul cel mai intern al scoarţei).

Epiderma părţilor supraterane este prevăzută cu o cuticulă, cu rol protector împotriva insolaţiei la plantele ridicate la o mai mare înălţime faţă de pământ, şi cu stomate, care reglează pierderea apei prin transpiraţie şi favorizează schimburile de gaze în respiraţie şi fotosinteză. Celulele epidermei conţin, de regulă generală, cloroplastide.

Structura internă a frunzelor de la pteridofitele superioare (*Polypodiopsida*) concordă, în ceea ce priveşte esenţialul, cu anatomia frunzelor spermatofitelor.

Tulpinile, rădăcinile şi frunzele sunt străbătute de fascicule conducătoare bine diferenţiate, constând din floem şi xilem. La aceste plante, apar, pentru prima dată în istoria genealogică a regnului vegetal, vasele conducătoare pentru apă (iniţiale), denumite traheide lignificate şi foarte rar (de exemplu la *Pteridium*) vase derivate, perfecţionate structural şi funcţional – traheele.

Elementele mecanice, cu rol de susţinere, nu sunt încă formate în cadrul fasciculelor conducătoare. Susţinerea corpului o realizează traheidele, ai căror pereţi sunt întăriţi cu inele sau alte structuri de lignină, substanţă nelipsită la plantele terestre superioare.

Cele mai comune tipuri de fascicule conducătoare sunt cele hadrocentrice, cu hadromul (xilemul primar) în centru, înconjurat de jur împrejur de leptom (floem primar).

Evoluţia şi filogenia tipurilor de stel (care apare pentru prima dată în lumea plantelor la pteridofite) se poate urmări în cadrul acestui grup de plante vasculare începând cu protostelul, actinostelul, plectostelul, polistelul, sifonostelul până la cele mai evoluate tipuri (întâlnite la spermatofite), şi anume eustelul şi atactostelul.

Prin traheidele lignificate, transportul la distanţă al apei cu ionii minerali şi capacitatea portantă (de susţinere) a tulpinii este avansată, încât pteridofitele, în contrast cu briofitele, pot să se dezvolte ca plante de uscat arborescente, bogat ramificate. Elementele mecanice, cu rol de susţinere, amplasate în afara fasciculelor conducătoare, sunt îngroşate în mod constant cu lignină. Rădăcinile pteridofitelor asigură suficienta aprovizionare cu apă şi fac posibilă apariţia de frunze mari (în comparaţie cu frunzişoarele briofitelor), care asigură seva elaborată din abundenţă. Conducerea sevei elaborate are loc prin tuburi ciuruite lungi.

Creşterea secundară în grosime, prin activitatea cambiului, la pteridofitele actuale apare foarte rar şi este nesemnificativă. Această creştere în grosime era foarte dezvoltată la formele arborescente fosile.

Sporangiile cu meiospori sunt produse de frunze şi numai la clasele iniţiale se aflau direct pe părţile nediferenţiate, care poartă sau au purtat frunze. Sporangiile sunt foarte felurit construite.

Frunzele care poartă sporangiile poartă numele de sporofile şi, de regulă generală, acestea au o conformaţie mai simplă decât frunzele verzi, asimilatoare, numite trofofile. Sporofilele sunt unite mai multe la un loc, în ansambluri speciale numite spice sporifere. La pteridofitele evoluate (*Polypodiopsida*) aceeaşi frunză îndeplineşte ambele funcţii: şi de înmulţire şi de hrănire şi este desemnată ca sporotrofofilă.

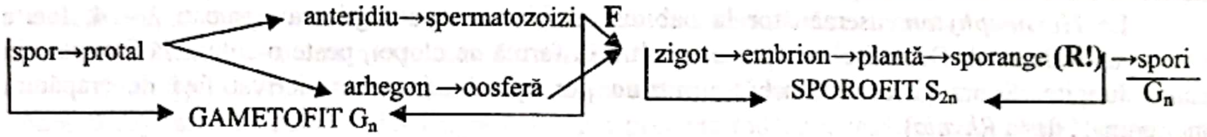
Pentru a se uşura împrăştierea sporilor, frunzele purtătoare de sporangi se ridică, deseori, relativ sus deasupra substratului.

Sporangiile închid, de jur împrejur, arhesporul cu ţesutul diploid sporogen. Celulele arhesporului se rotunjesc, se despart una de alta şi reprezintă celulele mamă ale sporilor. Sunt celule diploide, care, prin meioză, dau naştere la câte o tetradă de spori haploizi. La periferia ţesutului sporogen se află tapetumul celular pluristratificat. Acesta este un țesut nutritiv care hrănește sporii în formarea lor. Există un tapetum de secreție ale cărui celule rămân cu pereții lor și exudează substanțele nutritive prin acești pereți. La tapetumul plasmodial dispar pereții celulari și protoplaștii se unesc în așa numitul periplasmodiu. Acesta se intercalează printre sporii tineri care se desfac din tetrade, îi hrănește și în final ia parte la formarea peretelui sporului. Astfel, periplasmodiul este consumat.

Peretele sporului se subdivide într-un endospor (interior) și un exospor (exterior) mai rezistent la intemperii. Peste exospor se află perisporul bogat ornamentat.

Sporii sunt aproape totdeauna fără clorofilă și sunt colorați în maroniu până la galben. La pteridofitele inițiale sporii sunt asemănători ca formă și dimensiuni și poartă numele de izospori. Din aceștia iau naștere protale monoice, pe care se formează atât anteridiile cât și arhegoniile. Treptat au apărut protale dioice, considerate derivate, evoluate. Această separare a sexelor s-a datorat apariției a două feluri de meiospori: megaspori bogați în substanțe de rezervă, care se formează în megasporangi și prin germinare dau naștere la protale feminine, relativ mari; microspori, care se produc în microsporangi și prin germinare dau naștere la protale masculine mai mici. Acești spori au fost denumiți heterospori. Diferențierea în izospori și heterospori în istoria genealogică a pteridofitelor s-a produs, în grupe diferite, de cele mai multe ori independentent.

Ciclul de dezvoltare la pteridofite:



Sistematica. În primele două clase: *Psilophytopida* și *Psilotopsida* sporangiile sunt situate terminal, pe tulpini ramificate dichotomic sau cu poziție laterală. Rădăcinile autentice lipsesc. Acestea sunt suplinite de tulpini subterane, numite rizomoizi (analogi rizomilor), cu rizoizi (fără perișori absorbanți). În tulpini se află protostel sau actinostel. Domină izosporia.

La clasele următoare: *Lycopodiopsida* și *Equisetopsida* sporofiții sunt ancorați în sol prin rădăcini autentice. Stelul prezintă progresii de la actinostel și plectostel (stel înfășurat) la sifonostel, polistel și eustel. Se pot, de asemenea, urmări progresii de la izosporie la heterosporie. Frunzele sunt mici (microfile), iar la *Lycopodiopsida* acestea sunt separate funcțional în sporofile și trofofile.

Clasa *Pteridopsida* (*Polypodiopsida*) încadrează ferigile cu caracterele cele mai evoluate dintre toate pteridofitele.

2.1. Clasa *PSILOPHYTOPSIDA*

Reprezentanții sunt forme exclusiv fosile, care au apărut la trecerea dintre Silurian și Devonian, cu circa 400 mil. ani în urmă. Au atins rapid o varietate considerabilă de forme și au dispărut la începutul Devonianului Superior.

Reprezintă pterodofitele inițiale, cu corpul de vegetație alcătuit din telomi sau ansambluri de telomi. La formele primitive telomii erau nuzi, iar la cele mai dezvoltate prezentau emergențe. Aceștia erau străbătuți de un protostel sau actinostel. Sporangii sunt situați terminal sau lateral pe telomi. Toate genurile sunt izospore.

În această clasă este încadrată și feriga cea mai primitivă, fără frunze, la care s-au diferențiat pentru prima dată fasciculele conducătoare și stomatele.

Sistematica. Clasa cuprinde ordinele: *Rhyniales*, *Zosterophyllales* și *Trimerophytales*.

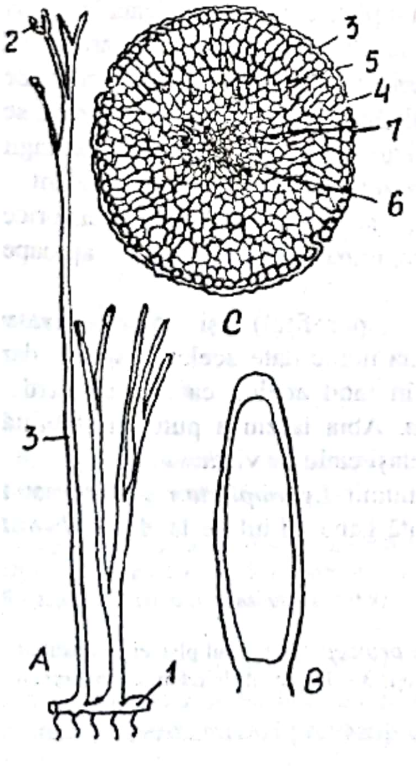


Fig. 165. *Rhynia*: A – habitusul: 1 – rizomoidul cu rizoizi; 2 – sporangi terminali; 3 – telomii dichotomic ramificați (dichotomie izotomă); B – secțiune longitudinală în sporange; C – secțiune transversală în telomi cu protostel: 3 – epiderma; 4 – stomata; 5 – scoarța; 6 –floem; 7 – xilem; 6 și 7 – protoxilemul (după Soó)

1.1. Ordinul *RHYNIALES*

Corpul de vegetație era alcătuit din telomi dichotomic ramificați (dichotomic izotomă), fără frunze și cu sporangii dispuși, de regulă generală, terminal.

Genul **Cooksonia**, care a trăit din Silurianul Superior până în Devonianul Inferior, este cea mai veche plantă de uscat descoperită până acum. Ansamblurile de telomi aveau înălțimea de circa 10 cm, erau dichotomic ramificate, cu protostel, prezentau sporangi terminali mai lați decât înalți.

Genul ***Rhynia*** (inclusiv *Aglaophyton*) a fost descoperit în Devonianul Inferior din Scoția (Provincia Rhynia) cu două specii. În pământ prezintă rizomoizi cu rizoizi fără pereți transversali, de pe care se ridică telomi cilindrici lipsiți de frunze, dichotomic ramificați și cu sporangi terminali (fig. 165, 168-A).

Telomii reprezintă prototipul tulpinii, rizomoizii prototipul rădăcinii iar rizoizii prototipul perișorilor absorbanți.

Tulpinile, ca organe de asimilație, prezentau cuticulă și stomate de construcție simplă (fără celule anexe). *Rhynia* era o plantă de uscat și forma tufărișuri asemănătoare papurei. Fasciculul conducător era alcătuit din hidroide sau traheide, cu îngroșări simple (inelate sau spiralate) de lignină ale pereților celulari. În floem lipseau tuburile ciuruite. Nu prezenta nici creștere în grosime. Sporangiile, relativ mari, cilindrice până în formă de măciucă, erau situate terminal, mai rar lateral, pe tulpină. Pereții erau pluricelulari, iar deschiderea se realizează printr-o crăpătură longitudinală. În interior se aflau tetrade de izospori.

La ***Horneophyton***, asemănător la habitus cu *Rhynia*, sporangii erau grupați 2 – 4, foarte aproape unul de altul. Depozitul cu spor era boltit, în formă de clopot, peste o columelă formată din celule alungite. Sporangiile se deschid printr-un por apical (caracter derivat față de crăpătura longitudinală de la *Rhynia*).

În sistemele mai noi de clasificare, ***Aglaophyton major*** și **Horneophyton**, deoarece le lipsesc traheidele, nu mai sunt privite ca plante vasculare.

1.2. Ordinul *ZOSTEROPHYLLALES* (*-aceae*)

Reprezentanții prezentau, de asemenea, telomi bifurcați fără frunze, dar sporangii, grupați în spice, cu dispoziție laterală, erau prevăzuți cu o deschidere transversală preformată. Se consideră că *Zosterophyllales* reprezintă strămoșii clasei *Lycopodiopsida* și sunt atribuite acestora în unele sisteme de clasificare.

În cazul unor genuri (de ex. ***Zosteropyllum***) gametofitul reprezintă o plantă mică, ramificată în formă de stea. Pe aceasta se formau umbrele cu arhegonii centrale și anteridii periferice, în vârful unor purtători de gametangii. Sporofitul tânăr, rezultat după fertilizare, se desfășoară în prima etapă pe purtătorii de gametangii feminini și apoi se dezvoltă la un sporofit independent.

Prin urmare, aceste pteridofite preistorice prezentau încă o schimbare de generații, aproape izomorfe.

Taeniocrada (sporofitul) și ***Sciadophyton*** (gametofitul) reprezintă nume date aceleiași specii, dar la generații diferite, în mod analog ca la alga verde: *Halicystis – Derbesia*. Abia târziu a putut fi stabilită legătura cu unul și același ciclu de viață.

Ceea ce s-a numit ***Lyonophyton*** s-a constatat mai târziu că reprezintă gametofitul de la ***Aglaophyton major***.

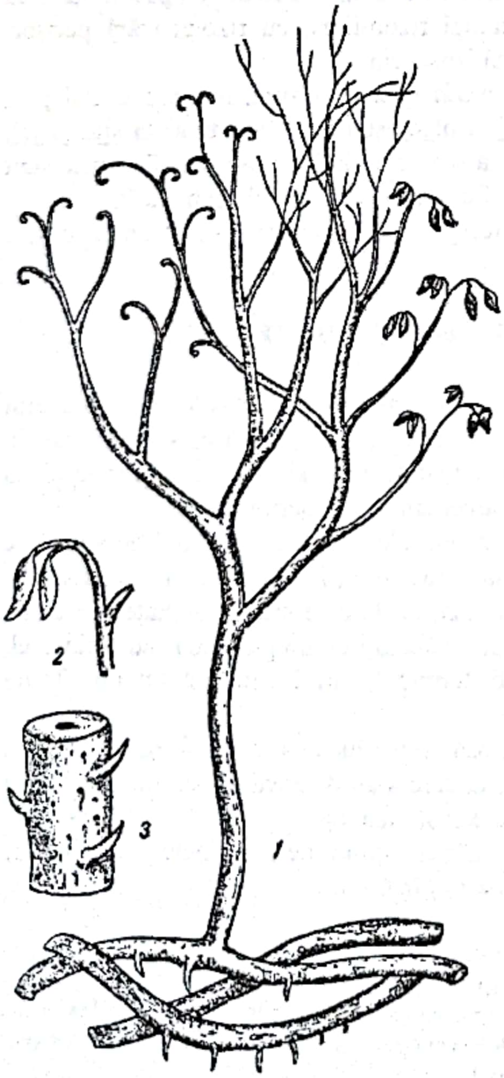


Fig. 166. *Psilophyton princeps*: habitusul plantei reconstituit; 2 – terminații cu sporangi; 3 – fragment de telom cu emergențe (după Soó)

1.3. Ordinul *TRIMEROPHYTALES* (*-aceae*)

Ordinul încadrează specii fosile, care au trăit din Devonianul Inferior până în D. Mijlociu.

De pe tulpinile bazale, orizontale, cu rizoizi și ramificate simpodial se ridicau tulpini laterale dichotomice sau trifurcate, cu sporangi terminali grupați. Ordinul (uneori tratat ca familie) este interpretat ca o grupă de stămoși ai progimnospermelor.

Spre deosebire de genul ***Trimerophyton***, la genul ***Dawsonites*** (ambele fără excrescențe pe tulpină) sporangii erau îndreptați în jos pe tulpini înconvoiate.

Psilophyton princeps (fig. 166) se deosebește de cele două genuri precedente prin faptul că pe tulpini prezenta emergențe mici și rare, făcând astfel tranziția spre *Lycopodiopsida*.

Toate aceste *Psilophytopsida*, ca plante de uscat primordiale, reprezintă grupe de plecare pentru ramificația filogenetică a celorlalte *Pteridophyta*, poate chiar și ale anumitor gimnosperme.

2.2. Clasa *PSILOTOPSIDA*

-Plante ferigi cu frunze bifurcate

Speciile actuale de ***Psilotum*** (fig. 167 A-E; H-J) au anumite asemănări exterioare cu unele specii fosile din clasa anterioară. Prezintă, totuși, și caractere de superioritate față de acestea: sporogoniile dispuse lateral și concrescute într-un sinangiu, frunzele autentice mici (microfile). Pe de altă parte, lipsa primară a radăcinilor și gametofitul pluricelular dezvoltat, prevăzut cu fascicule conducătoare, arată primordialitatea acestor caractere și a plantelor respective.

Clasa încadrează un singur ordin: ***Psilotales***, cu o familie: ***Psilotaceae***.

Sporofitul se prezintă ca o plantă scundă, cu lăstari dichotomic ramificați, cu actinostel sau cu sionostel deja schițat, cu o măduvă lignificată. Nu prezintă rădăcini, însă în sol se află rizomi fără frunze și rizoizi de formă tubulară. Rizomii trăiesc în simbioză cu hife de ciuperci (nutriție micotrofă). Frunzele sunt mici (microfile) sub forma unor solzi fără nervuri, cu dispoziție spiralată.

Sporangiile prezintă un perete alcătuit din mai multe straturi și sunt grupate câte trei într-un sinangiu. Nu prezintă un tapet autentic, încât izosporii sunt hrăniți de celule sterile ale arhesporului, care înconjoară și se întrepătrund printre celulele sporogene. Sinangiile stau pe un peduncul scurt, în unghiul unei perechi de solzi (așa numitele „frunze bifurcate") (fig. 167-G).

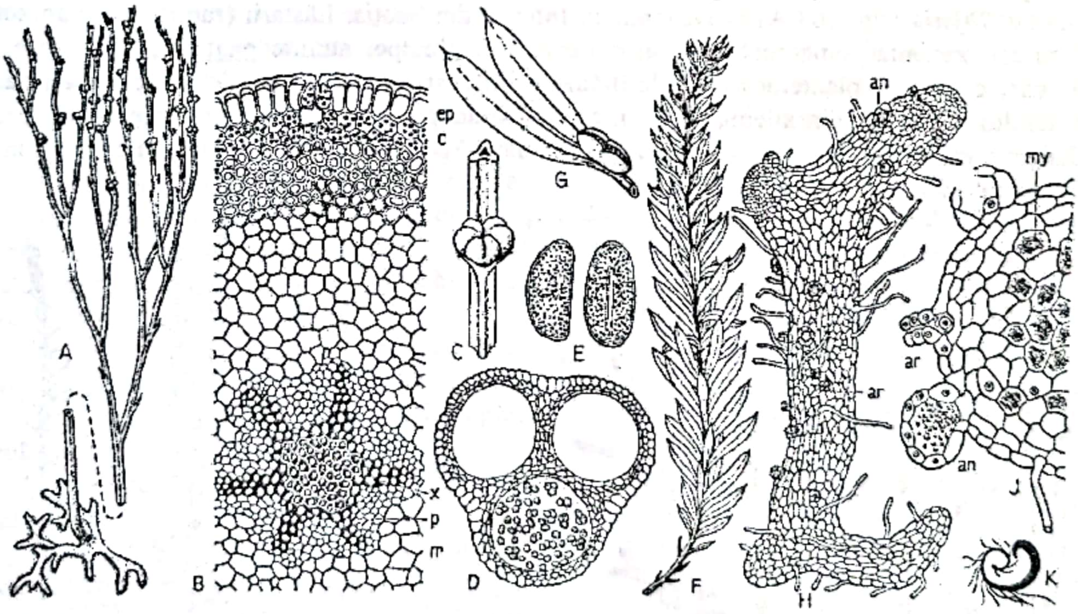


Fig. 167. *Psilotopsida, Psilotaceae*: A – *Psilotum triquetrum*, habitus; B – același, cu secțiune transversală prin tulpina cu actinostel: ep – epidermă; c – scoarța exterioară verde; x – xilem; p – floem; m – scoarța interioară, C – același: porțiune de lăstar cu sinangiu; D – secțiune transversală prin sinangiu; E – spori; F – *Tmespiteris tannensis*, habitus; G – sinangiu la baza perechilor de solzi; H – protal de la *Psilotum triquetrum*; J – același cu secțiune transversală; ar – arhegonui; anteridii; my – celule cu micoriză; K – spermatozoid (A- după Wettstein & Pritzel; B, C, E, F- după Pritzel; D, G- după Wettstein; H-K- după Lawson, din Strasburger, 1999)

Gametofiții (protalurile) sunt cilindici, ramificați, de câtiva centimetri lungime, incolori, trăiesc subteran și se hrănăsc prin micotrofie. Pe protal se formează gametangiile: anteridiile cu numeroși spermatozoizi prevăzuți cu numeroși flageli; arhegoniile sunt mici, cufundate în protal și cu una sau câteva celule ale gâtului. Protalurile sunt masive, vascularizate, cu fascicule conducătoare cu traheide inelare lignificate, protejate la exterior de o epidermă.

Ordinul încadrează două genuri: ***Psilotum*** şi ***Tmesipteris***, cu câte două specii tropicale actuale, care trăiesc epifitic. Creşterea în lungime a lăstarului se face print-o celulă inițială trifacială.

La ***Tmesipteris*** (fig. 167 F, G) frunzele sunt bifurcate şi orientate cu vârful în jos, paralele cu tulpina. Acestea nu pot fi puse pe aceeaşi treaptă de dezvoltare cu frunzele plantelor superioare.

La ***Psilotum*** părțile supraterane bifurcate sunt interpretate ca tulpini cu frunze în evantai, mai puternic reduse decât la *Tmesipteris*.

Rizoizii gametofitului şi sporofitului dezvoltă de fiecare dată corpuri de înmulțire vegetativă.

Psilotopsida, prin toate caracterele lor, se consideră ca intermediare între *Psilophytopsida* şi clasele următoare: *Lycopodiopsida* şi *Pteridopsida* (*Polypodiopsida*).

2.3. Clasa *LYCOPODIOPSIDA*
– Plante brădişor

Sporofitul de la *Lycopodiopsida*, adesea dichotomic ramificat, poartă frunze simple, nedivizate, înguste, mici (microfile), dispuse, de cele mai multe ori, spiralat.

Sporangiile, făcând abstracție de puține forme fosile, sunt dispuse adaxial, izolat sau la baza sporofilelor. Sporofilele, adesea, sunt grupate în ansambluri cu poziție terminală. Conform cu teoria telomilor, la aceste pteridofite se poate imagina trecerea succesivă a sporangilor de pe tulpini pe frunze. Pe lângă izosporie se întâlneşte şi heterosporia.

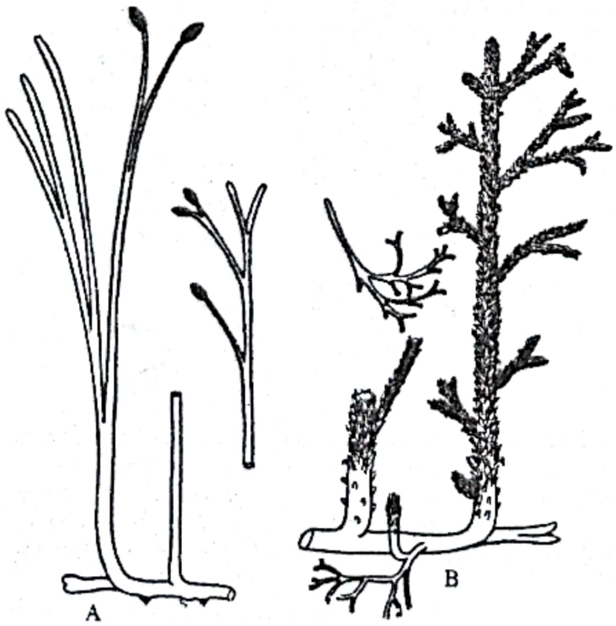
Spermatozoizii prezintă, de cele mai multe ori, numai doi flageli şi prin aceasta sunt diferiți de aceia ai tuturor celorlalte pteridofite (cu numeroşi flageli).

Creşterea în lungime a lăstarului şi rădăcinilor se face prin grupe de celule inițiale.

Sistematica. Clasa cuprinde următoarele ordine: *Asteroxylales*, *Protolepidodendrales*, *Lycopodiales*, *Selaginellales*, *Lepidodendrales*, *Isoëtales*.

3.1. Ordinul *ASTEROXYLALES*

Reprezentanții sunt forme exclusiv fosile din genul ***Asteroxylon*** (fig. 168-B) descoperite, împreună cu ***Rhynia*** (fig. 168-A) în Devonianul Inferior din Scoția. Lăstarii (ramificațiile anizotome ale telomilor) prezentau emergențe în formă de ac sau ghimpe, numite enațiuni, dispuse lax sau indesuit, care confereau plantelor aspect de brădişor. Lăstarii erau străbătuți de un actinostel, la care brațele stelului se formau din xilemul central, care se prelungeau până la baza emergențelor în formă de ac. Xilemul era format din traheide inelate şi spiralate. Sporangiile erau izolate sau erau cuplate cu emergențele de pe lăstari.



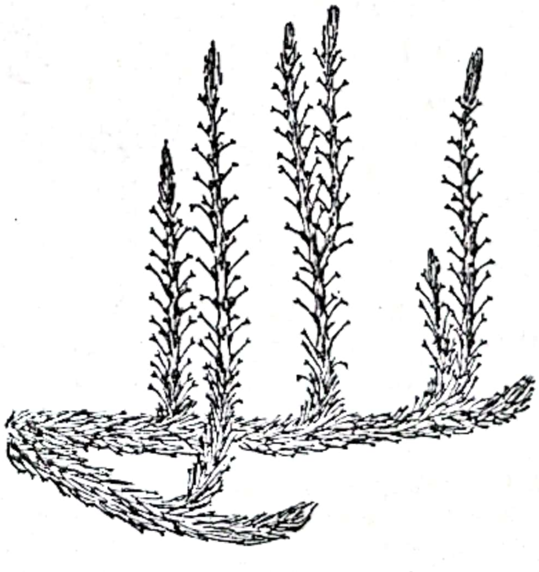


Fig. 169. *Protolepidodendron scharyanum* – reconstituit (după Meier)

Fig. 168. A - *Rhynia major* – reconstituită ca telomi dichotomic ramificați (dichotomie izotomă), ultimele ramificații cu sporangi; B – *Asteroxylon mackiei* – habitusul reconstituit cu dichotomie anizotomă cu enațiuni şi sporangi în vârful ultimelor ramificații (după Meier)

3.2. Ordinul *PROTOLEPIDODENDRALES*

Încadrează forme exclusiv fosile, care aveau habitusul asemănător cu lycopodialele actuale. Sporangiile lor se formau pe frunze sau în vecinătatea acestora (caracter apomorf) în comparaţie cu cele dispuse pe ramificaţiile lăstarului.

Frunzele de tip *Protolepidodendron* (fig. 169) erau la vârful lor încă bifurcate. Sporangiile se dispuneau pe faţa superioară, a unor plăsmuiri de tipul frunzelor (sporofile) sau pe tulpini laterale dichotomic ramificate.

Familiile ***Drepanophycaceae*** şi ***Protolepidodendraceae*** au reprezentanţi fosili semnalaţi din Devonianul Mijlociu şi Inferior.

3.3. Ordinul *LYCOPODIALES*

Încadrează o singură familie: ***Lycopodiaceae*** cu 400 specii.

Speciile actuale sunt erbacee, sempervirescente, cu frunze în formă de ac. Creşterea secundară în grosime a tulpinii lipseşte.

La genul ***Lycopodium*** s.l. (fig. 170) tulpina este dichotomic ramificată şi, prin depăşirea de fiecare dată a unui lăstar, devine aparent monopodială. Tulpinile sunt târâtoare pe sol. Pe partea lor inferioară se află rădăcini adventive dichotomic ramificate, care, ca şi tulpinile, cresc în lungime printr-o grupă de iniţiale. Ca totdeauna în dichotomie, ramificarea tulpinii nu este în lăgătură cu frunzele, adică ramificaţiile nu pornesc de la subsuoara frunzelor.

Frunzele prezintă o nervură mediană neramificată şi se aseamănă, astfel, cu microfilele Asteroxylalelor. Mezofilul de la *Lycopodium clavatum* este simplu. Numai la puţine specii se poate urmări o diferenţiere în parenchim palisadic şi lacunos. Celulele epidermei nu conţin cloroplaste.

Sistemul de conducere al tulpinii este un plectostel, care se derivă dintr-un actinostel bogat divizat. Floemul prezintă câmpuri perforate pe pereţii longitudinali, dar nu se formează încă plăci perforate. Plectostelul este înconjurat la exterior de o teacă de celule nelignificate, care conţin amidon.

Sporofilele sunt situate deasupra unei zone mai sărace în frunze, strâns alăturate, alcătuind spice sporifere. La formarea lor este consumat vârful lăstarului, încât, vârful acestuia îl formează spicele sporifere. La baza sporofilelor se află un sporange reniform, mare (fig. 170-H), care conţine numeroşi izospori (până la 64). De la marginea sporofilei atârnă lobi membranoşi care funcţionează ca induziu, cu rol protector al sporangiului. Peretele sporangiului prezintă mai multe straturi de celule exterioare protectoare. Sub acesta se află un tapetum de secreţie, cu rol de hrănire a izosporilor în formare. Sporangele se deschide printr-o crăpătură longitudinală, care formează două valve în vârful acestuia. Meiosporii rămân legaţi în tetrade până la maturarea lor. Exosporul, alcătuit din mai multe straturi, este acoperit de o reţea din coaste de îngroşare.

În natură, sporii germinează după 6-7 ani şi dau naştere la o formaţiune din 5 celule. Aceasta, după o perioadă de repaus, începe să se dezvolte şi să dea naştere protalului, numai după ce în celulele sale bazale intră filamentele unor ciuperci şi formează micoriza. Protalurile trăiesc subteran, au aspectul unor corpuri în formă de bulb, alburii, heterotrofe, prevăzute cu rizoizi lungi, în formă de tub, pentru absorbţia apei.

În condiţii aseptice de cultură artificială şi cu ciuperca micorizantă, întreaga dezvoltare a protalului se desfăşoară în câteva luni.

La unele specii, protalurile ies la suprafaţa solului cu partea lor superioară şi se înverzesc, devenind autotrofe.

Protalurile, rezultate din izospori, sunt monoice şi poartă pe partea lor superioară numeroase gametangii.

Anteridiile, puţin cufundate în protal, conţin numeroase celule interne, din fiecare luând naştere câte un spermatozoid oval cu câte doi flageli (fig. 170 A, B). Arhegoniile (fig. 170 C, D), de asemenea, cufundate în protal, prezintă mai multe celule de canal ale gâtului (→ 20), dar numărul acestora se poate reduce până la una. În partea bazală, bombată, a lor se formează câte o oosferă.

După fertilizare, prin intermediul apei fluide, se formează zigotul. Din acesta, după mai multe diviziuni mitotice, ia naştere embrionul, al cărui suspensor îl împinge înăuntru, în ţesutul protalului. La baza embrionului se află un haustor, care absoarbe substanţele nutritive din protal. Prima radăcină are originea în axa lăstarului (embrion unipolar).

Genul iniţial, ***Lycopodium*** s. l., a fost divizat, în lucrări mai recente, în câteva genuri distincte: ***Lycopodium*** s. str., ***Huperzia, Diphasium, Lycopodiella***, cu specii erbacee montane → alpine, perene, în pajişti, tufărişuri, păduri, locuri umede, umbroase, mlaştini, turbării etc.: *Lycopodium clavatum* (Pedicuţa); *L. annotinum* (Cornişor); *Huperzia sellago, Diphasium alpinum* ş.a.

Speciile fosile de *Lycopodium*, din Devonianul Superior, erau, deja, foarte asemănătoare cu reprezentanții actuali ai familiei. Conformația de brădișor a speciilor actuale s-a menținut, deci, neschimbată, mai mult de 300 mil. de ani, neîntrerupt.

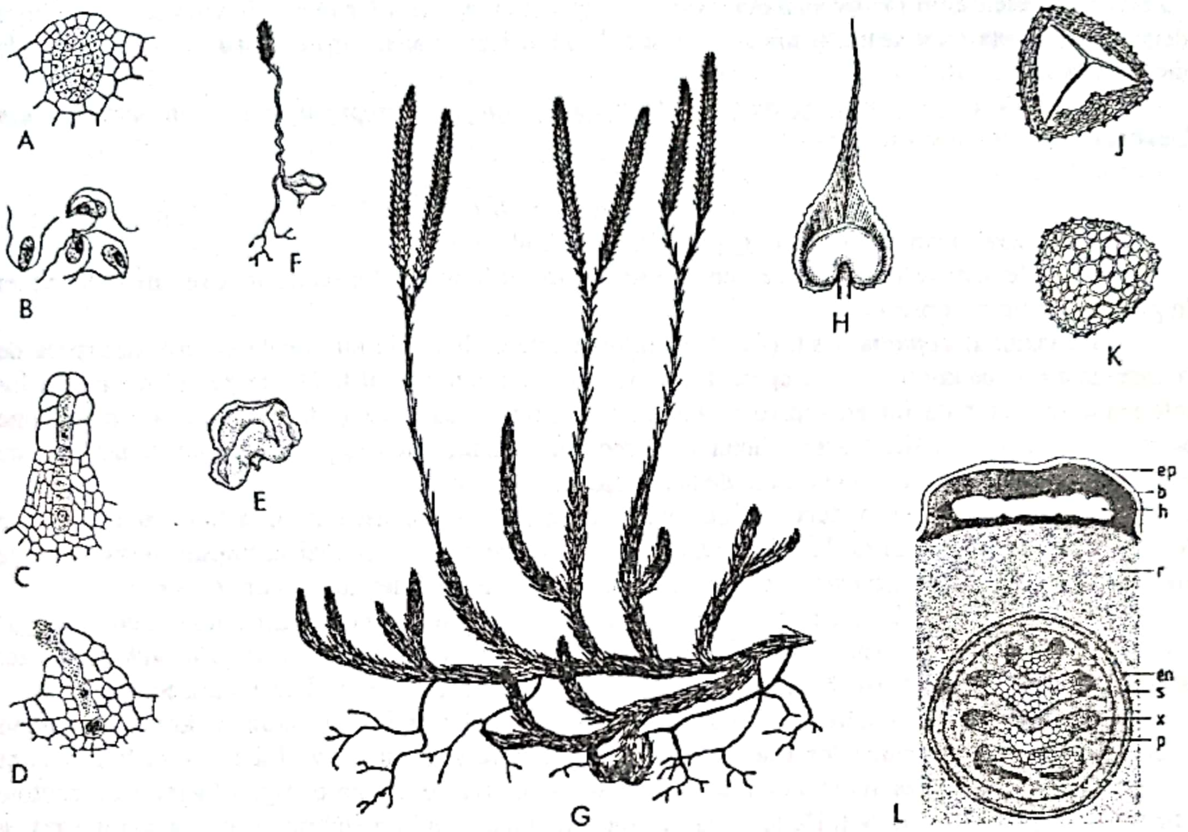


Fig. 170. *Lycopodiopsida, Lycopodiales, Lycopodium clavatum*: A – anteridiu încă închis, în secțiune longitudinală; B – spermatozoizi; C – arhegoniu tânăr încă închis; D – arhegoniu matur, deschis, apt pentru fertilizare; E – protal vârstnic; F – protal cu plantă tânără; G – plantă cu ansambluri de sporofile: H – sporofilă la bază cu sporange reniform; J, K – spori văzuți în două moduri; L – secțiune transversală prin tulpină: ep – epidermă; b – baza frunzei cu cavitate (h); r – scoarță; en – endoderm; s – teacă cu amidon; x – xilem; p – floem. (A-F- după Bruchmann; G-H- după Schenck; J-K- după Bresinsky, din Strasburger, 1999)

3.4. Ordinul *SELAGINELLALES*

-Ferigi „mușchi"

Ca habitus, speciile de ***Selaginella*** seamănă oarecum cu plantele-mușchi, dar prin caracterele morfologice și de reproducere ele sunt, fără echivoc, plante vasculare autentice. În regiunile temperate sunt mai puține, în schimb la tropice se află aproximativ 700 specii.

Familia *Selaginellaceae*

Genul ***Selaginella*** (Struțișori) (fig. 171) se caracterizează prin tulpini târâtoare dar și erecte, bogat dichotomic ramificate. Unele forme tropicale sunt volubile, de mai mulți metri lungime.

Pe tulpini se află frunzele mici (microfile) solzoase, dispuse spiralat sau încrucișat pe patru rânduri: două rânduri de frunze superioare alipite de tulpină, mai mici și două rânduri de frunze inferioare mai mari (situate pe laturile turtite ale tulpinii) (fig. 171-A). Fenomenul se numește anizofilie și se referă la trofofile.

La locurile de bifurcare ale tulpinii iau naștere rizoforii. Aceștia sunt lăstari cilindrici dichotomic ramificați, incolori și fără frunze, pe al căror capăt liber se formează smocuri de radăcini adventive.

Trofofilele au o singură nervură mediană neramificată și prezintă numai parenchim lacunos (rareori și parenchim palisadic). Celulele mezofilului, deseori, prezintă numai un cloroplast mare, în formă de clopot (ca și la mușchii cu corn din Cl. *Anthocerotopsida*).

Formarea de fascicule conducătoare şi organizarea stelului variază de la protostel central, la dictiostel până la sifonostel. Vasele lemnoase sunt traheide scalariforme. Creşterea secundară în grosime lipseşte.

Frunzele sunt prevăzute la bază cu o excrescenţă ca o limbă numită ligulă, care preia apa şi face astfel posibilă acumularea şi absorbţia acesteia prin tulpinile înfrunzite. La unele specii fasciculul conducător al ligulei se anastomozează, prin traheide, de fasciculul conducător al tulpinii.

Frunzele purtătoare de sporangi sunt desemnate ca sporofile.

Ansamblurile de sporofile, numite spice sporifere, sunt cilindice sau dorsiventrale şi sunt situate terminal pe lăstari simpli sau ramificaţi. Fiecare sporofilă poartă la baza sa un singur sporange. Sporangiile sunt separate în megasporangii cu megaspori şi microsporangii cu microspori (fig. 171-D).

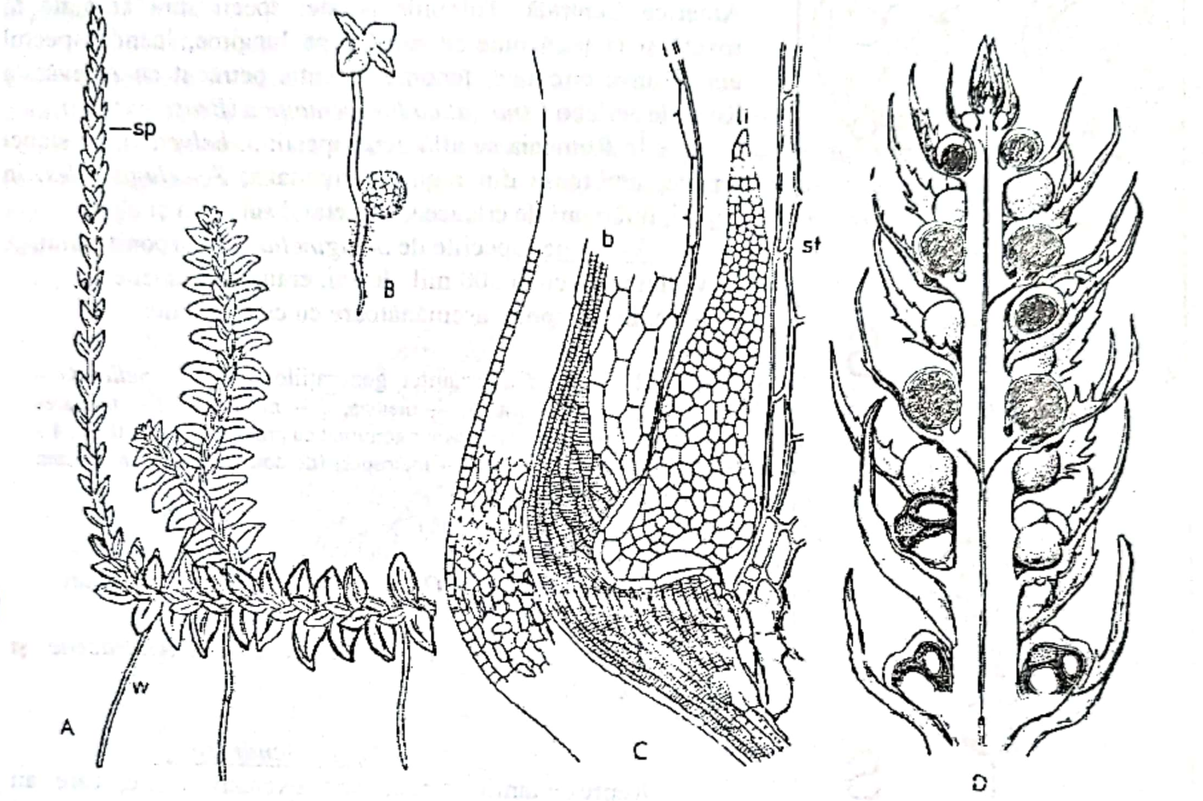


Fig. 171. *Lycopodiopsida: Selaginellales, Selaginella*: A – *Selaginella helvetica*: plantă cu ansamblu de sporofile; B – *S. kraussiana*: – megaspor germinant cu plantă; C – *S. lyallii:* secţiune longitudinală prin baza frunzei; D – *S. selaginoides*: secţiune longitudinală prin ansamblul de sporofile cu megasporangi (jos) şi microsporangi (sus); pe sporangiile privite median, deasupra locului lor de inserţie, se află ligula; b - baza frunzei; li – ligula; sp – ansamblu de sporofile; st – epiderma tulpinii; tr – traheide; w – purtător de rădăcină (A- după Luerssen; B- după Bischoff; C- după Harvey-Gibson; D- după Oberwinkler, din Strasburger, 1999)

Ambele tipuri de sporangi se află în acelaşi spic sporifer. Determinarea sexuală are loc în diplofază, pe calea diplomodificatorică. Sunt, deci, pteridofite heterospore.

Peretele sporangelui constă din trei straturi de celule cu rol protector, iar deschiderea acestuia se face după o linie transversală predeterminată.

Ciclul de dezvoltare (fig. 172)

Microsporii încep dezvoltarea lor în interiorul microsporangelui. Aceştia se divid în două celule inegale. Celula mai mare se divide succesiv în opt celule periferice sterile (ale peretelui) şi două sau patru celule centrale care reprezintă protalul masculin (microprotalul), care nu părăseşte niciodată microsporul. Toate celulele protalului sunt interpretate ca un anteridiu, din care se formează numeroşi spermatozoizi (→ 256) biflagelaţi, care apoi sunt puşi în libertate prin crăparea peretelui. Celula mai mică, lenticulară, este interpretată ca o celulă vegetativă, un rizoid nefuncţional.

Megasporii prin diviziuni succesive dau naştere la protale feminine. Dezvoltarea lor ulterioară este puţin diferită la specii izolate. În megaspor, nucleul se divide liber în mai mulţi nuclei fii, care se repartizează în plasma sporului. Abia acum începe formarea pereţilor despărţitori, încât, în final, întregul megaspor apare umplut cu celule mari care reprezintă protalul feminin (megaprotalul). Deci, nici megaprotalul nu părăseşte megasporul. Concomitent începe divizarea celulelor megaprotalului în celule mai mici, care devin arhegoane cu câte o oosferă. Peretele megasporului crapă şi ţesutul protalului (fără culoare) formează, pe trei protuberanţe, rizoizi care servesc la absorbţia apei. Apoi are loc fertilizarea oosferelor din unul sau câteva arhegonii şi formarea zigotului/zigoţilor.

Zigotul se divide în celule inegale care formează un suspensor către gâtul arhegonului (analogie cu spermatofitele) şi embrionul propriu-zis, care pentru eliberarea din megaprotal trebuie să se încovoaie către în afară. La început, embrionul rămâne în megaprotal, care la rândul său se află în megaspor.

Cele mai numeroase *Selaginellaceae* trăiesc pe sol în pădurile tropicale umede. În Australia şi Noua Zeelandă se află şi specii epifite. Puţine forme sunt adaptate la locuri uscate, precum *Selaginella lepidophylla* (falsa „Roza de Jericho") din America Centrală. Tulpinile acestei specii sunt aranjate în rozetă şi la uscăciune se rulează pe lungime, luând aspectul unei frunze circinate, fenomen identic petrecut cu Adevărata Roză de Jericho (*Anastatica hierochuntica* (*Brassicaceae*).

În România se află două specii: *S. helvetica*, pe stânci umede, umbroase din regiunea montană; *S. selaginoides*, în pajişti, tufărişuri de ericaceae din etajul subalpin şi alpin.

Vechime. Speciile de *Selaginella* ale Carboniferului, cu vechime de circa 300 mil. de ani, erau, de asemenea, erbacee, heterospore, asemănătoare cu cele actuale.

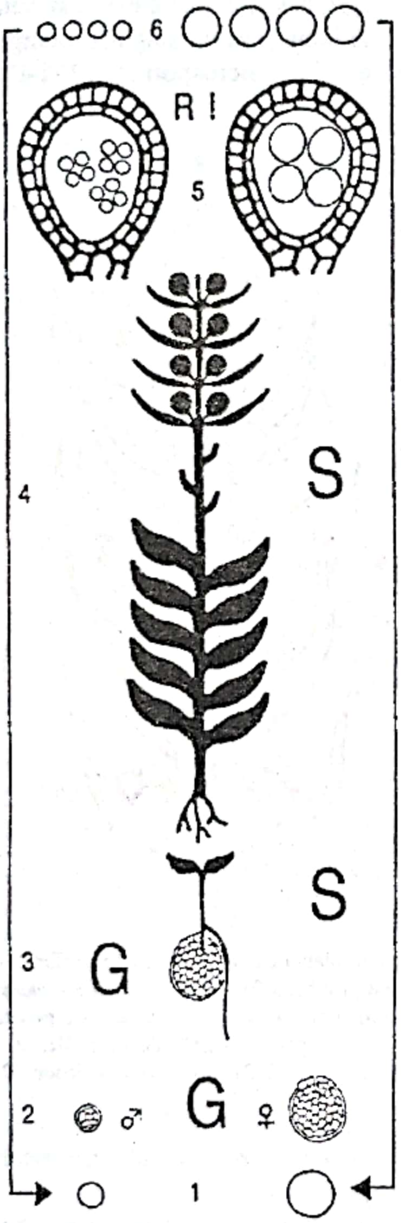


Fig. 172. Schema alternanţei generaţiilor la *Selaginella*: G – gametofit; S – sporofit; R! – meioza; 1 – meiospori; 2 – formarea protalurilor ♂ şi ♀; 3 – megaspor germinat cu protal şi sporofit tânăr; 4 – sporofit (s); 5 – sporangi; 6 – meiospori (de două feluri) după punerea lor în libertate (după Harder)

3.5. Ordinul *LEPIDODENDRALES* (*Lepidophytae*)

- „Arbori brădişor"

Ordinul încadrează familiile: *Lepidodendraceae* şi *Sigillaceae*.

Familia *Lepidodendraceae*

Reprezentanţii sunt forme exclusiv fosile, care au apărut în Devonianul Superior şi au dispărut la sfârşitul Carboniferului.

Genul ***Lepidodendron*** (fig. 173 C-E)

S-au prezentat sub formă de „arbori brădişor", înalţi până la 40 m, cu grosimea tulpinii până la 5 m, care formau păduri întinse în zone mlăştinoase. Dezvoltarea maximă au atins-o în Carbonifer şi au avut o contribuţie esenţială la formarea zăcămintelor de huilă ale Terrei.

Prezentau frunze liniare, de până la 1 m lungime, dispuse spiralat. Pe faţa inferioară aveau două şănţuleţe cu stomate. După cădere lăsau pe tulpină cicatrice rombice, dispuse spiralat.

Arborii erau ancoraţi în sol cu purtători de rădăcini, repetat dichotomic ramificaţi. Aceştia se întindeau mai mult în suprafaţă, deoarece solul era mlăştinos. Din purtători de rădăcini porneau, spre în afară, multe rădăcini, relativ slabe, numite apendices. Purtătorii de rădăcini au fost denumiţi stigmarii, deoarece se rupeau cu uşurinţă şi lăsau în urmă numeroase rădăcini subterane dar şi aeriene.

Frunzele nu aveau ţesut palisadic şi prezentau un ţesut conducător simplu sau bifurcat.

În tulpină se afla sifonostel în care floemul era puţin diferenţiat. Prezentau şi creştere secundară în grosime a tulpinii, printr-un inel de cambiu, nu foarte activ, care genera raze medulare pe un rând şi xilem secundar cu traheide scalariforme. Nu se puteau distinge inele anuale de creştere în grosime.

Întregul xilem secundar nu prezenta mare importanţă în conducerea apei şi susţinerea corpului plantelor. Al doilea ţesut meristematic secundar (felogenul) era bine dezvoltat şi funcţional, încât forma la exteriorul tulpinii o coajă foarte groasă. La *Lepidodendron* aceasta reprezenta 99 % din secţiunea transversală. Coaja consta, în principal, din ţesuturi de susţinere. În afară de aceste funcţii, coaja participa, probabil, şi la aprovizionarea cu apă a plantei, cu ajutorul ligulelor, care rămâneau încă mult timp pe plantă după căderea frunzelor.

Familia *Sigillaceae* - „Arbori de sigiliu"

Reprezentanţii erau arbori cu tulpina în formă de coloană, neramificată sau puternic ramificată dichotomic, cu smocuri de frunze la capetele acesteia. În partea de jos a coroanei de frunze, atârnau, pe ramuri laterale scurte, conurile formate din sporofile. Pe trunchiul tulpinii se formau rânduri longitudinale de perniţe ale frunzelor. După căderea frunzelor simple, lungi de până la 1 m şi late până la 10 cm, rămâneau cicatrice longitudinale sau pătrate, de la care genul a primit denumirea de ***Sigillaria*** (fig. 173 A, B).

LEPIDODENDRALELE au fost, aproape fără excepţie, heterospore. Megasporofilele şi microsporofilele formau, pe tulpinile bogat ramificate dichotomic, cu poziţie de capăt, conuri de sporofile lungi până la aproape 1 m, asemănătoare la exterior cu conurile de conifere. În megasporange se forma, uneori, un singur megaspor, cu perete gros, de până la 6 mm, care la anumiţi reprezentanţi (de ex. ***Lepidostrobus major***) acesta concreştea cu peretele megasporangiului. În acest mod megaprotalul se forma în interiorul sporangelui, asemănător cu dezvoltarea acestuia la *Selaginellaceae*.

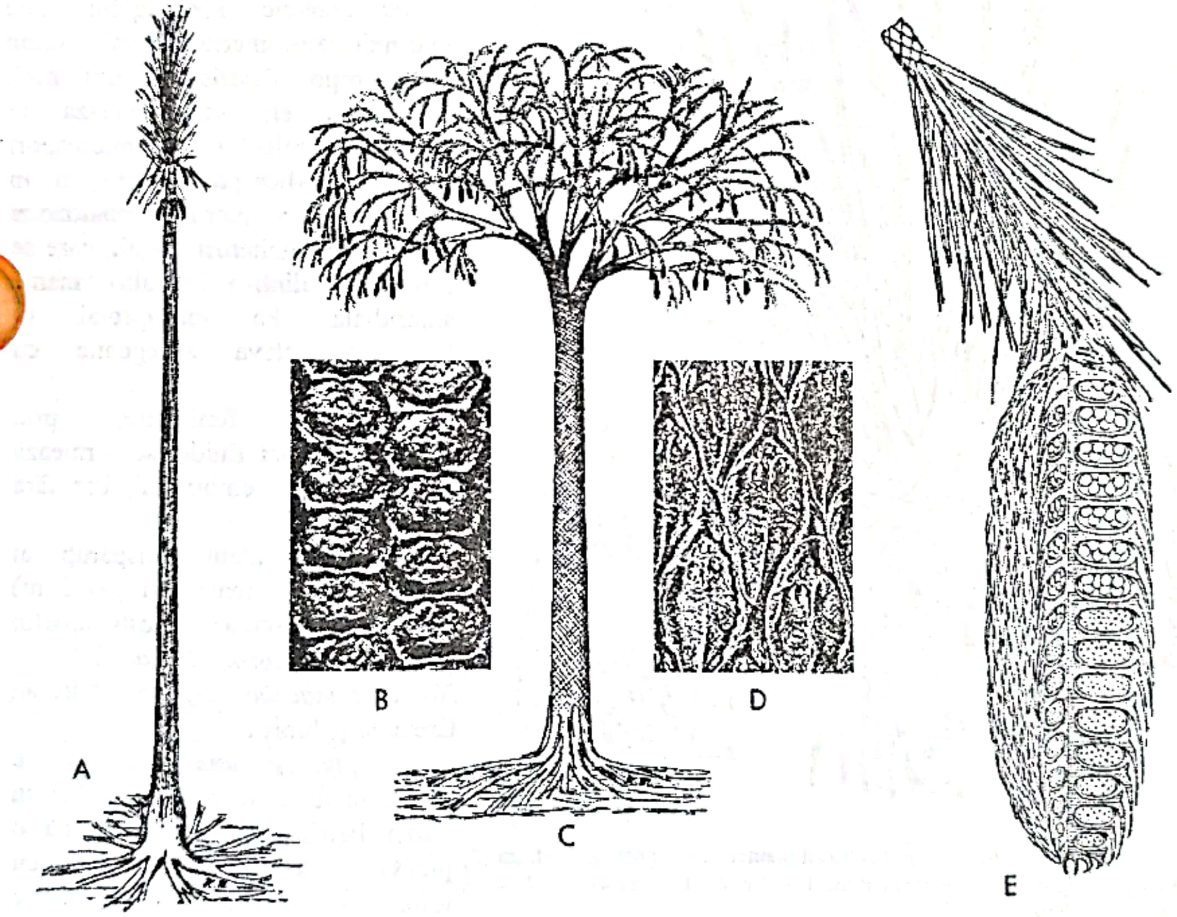


Fig. 173. *Lycopodiopsida, Lepidodendrales*: A – *Sigillaria* (reconstituită); B – cicatricele lăsate pe tulpină de baza frunzelor căzute; C – *Lepidodendron* (reconstituit); D – cicatricele lăsate de baza frunzelor căzute; E – con alcătuit din sporofile (A-C- după Măgdefrau; D- după Stur., din Strasburger, 1999)

La unele forme din Carbonifer, ca de exemplu ***Miadesmia*** erbacee dintre ***Selaginellales***, ***Lepidocarpon*** lemnos dintre ***Lepidodendrales***, s-au format structuri asemănătoare seminţelor, deşi sunt puţin înrudite între ele. Din această cauză ***Selaginellales*** şi ***Lepidodendrales*** au fost grupate împreună ca „***Lepidospermae***".

La aceşti „arbori brădişor" cu seminţe, megasporofilul învelea de jur împrejur megasporangiul, dar rămânea deschis la vârf şi putea, astfel, prelua spermatozoizii care erau împrăştiaţi în jur. În interiorul megaprotalului avea loc fertilizarea într-un mod încă necunoscut. După fertilizare întregul organ rămânea pe planta mamă şi se transforma într-un fel de sămânţă, acoperită de o coajă, la formarea căreia a participat atât peretele sporangelui cât şi megasporofilul. Megasporofilele organizau un fel de con (fig. 173-E) şi apăreau astfel conuri cu seminţe, asemănătoare cu cele de la gimnospermele actuale.

3.6. Ordinul *ISOËTALES*

Familia *Isoëtaceae*

Familia cuprinde două genuri: ***Isoëtes*** şi ***Stylites***.

Genul ***Isoëtes*** (fig. 174) încadrează 60 specii erbacee perene, cu tulpina bulboasă, rareori dichotomic ramificată, care poate atinge o vârstă înaintată. Ele trăiesc pe sol umed sau parţial scufundate în apă. De pe tulpina subterană pornesc frunze lungi, subulate, dispuse în rozetă. Acestea sunt străbătute de patru canale cu aer, iar pe partea superioară, la baza lor, au o cavitate longitudinală numită „fovea". Cele mai interne frunze ale rozetei sunt sterile. Deasupra „foveei" se află ligula, ca o pieliţă triunghiulară.

Cele mai numeroase frunze exterioare formează megasporangii cu numeroşi megaspori. Pe frunzele mai tinere, care urmează către interior, se formează microsporangii cu mai mulţi microspori. Sporangele este străbătut de mai multe lamele sau cordoane sterile numite trabecule (fig. 174-2).

Peretele sporangelui este mărginit către interior de un tapetum de secreţie. Protalurile sunt mult reduse şi ele se formează în megaspori (cele ♀) şi în microspori (cele ♂). Microprotalurile pun în libertate numai patru spermatozoizi spiralaţi, cu numeroşi flageli, care se formează dintr-o celulă mamă anteridială. Pe megaprotal se formează câteva arhegoane cu oosfere.

După fertilizare, prin intermediul apei fluide, se formează zigotul şi apoi embrionul, dar fără suspensor.

Reprezentanţii dispăruţi ai isoëtalelor erau mai mari (→ 2 m) decât speciile actuale. Aceştia aparţin la familiile: *Pleuromeiaceae* şi *Nathorstianaceae*, care au trăit în Cretacic şi Jurasic.

Stylites andicola este o specie fosilă descoperită în 1957 în Anzii Peruvieni. Se prezintă ca o plantă erbacee perenă, mică, cu tulpina subterană dichotomic ramificată şi cu rădăcini adventive. În vârful ramificaţiilor tulpinilor aeriene se află rozete de frunze asimilatoare (trofofile) şi fertile (sporofile), dispuse altern, asemănătoare cu cele de *Isoëtes*.

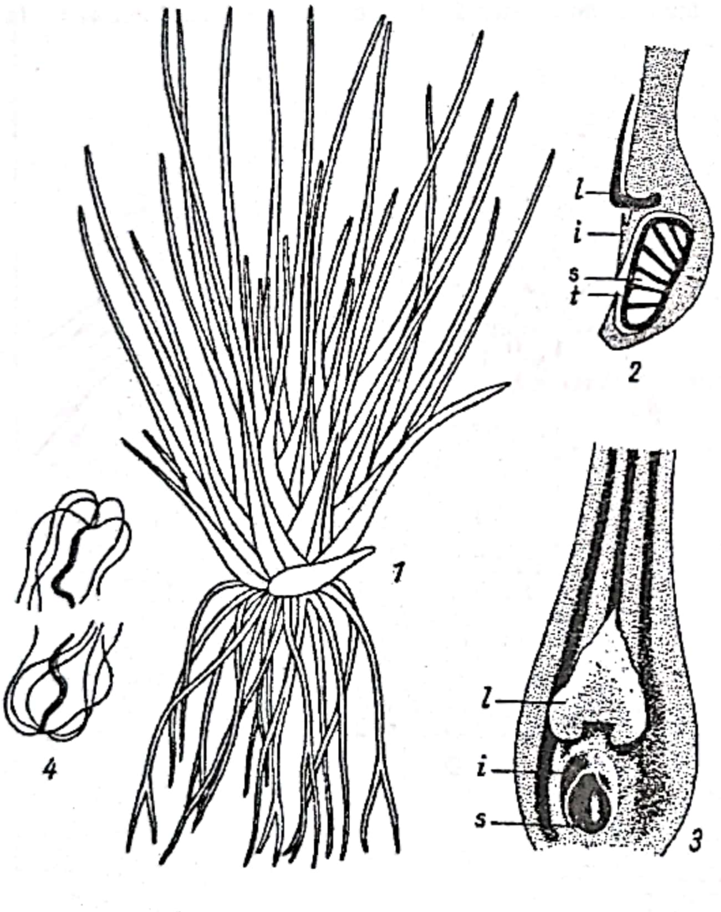


Fig. 174. *Isoëtes lacustris:* 1 - habitusul plantei; 2 – sporofilă; 3 – baza sporofilei cu sporange; i – induzium; l – ligulă; t – trabecule, 4 – spermatozoid (după Soó)

Concluzii. Speciile actuale de *Lycopodiopsida* pot fi derivate de la forme fosile reconstituite.

Acestea din urmă au trăit în Carbonifer şi erau arbori mari, groşi. La unii dintre aceştia s-a atins treapta de formare a seminţei. Datorită faptului că nu s-au perfecţionat căile de preluare din sol a apei şi de conducere a acesteia, o dată cu uscarea climei (la sfârşitul Paleozoicului), reprezentanţii lemnoşi, sub formă de arbori, au dispărut şi au fost înlocuiţi cu tipuri de organizare la care s-au perfecţionat ţesuturile de preluare şi conducere a apei (de ex. *Cordaitales*).

Speciile erbacee (*Lycopodiaceae* şi *Selaginellaceae*) s-au menţinut în schimb, pe parcursul a circa 300 milioane de ani (din Devonianul şi Carboniferul Superior), aproape neschimbate (tipuri persistente). Acestea joacă un rol neînsemnat în formaţiunile vegetale actuale, în schimb speciile lemnoase (arbori) împreună cu calamitalele (dintre *Sphaenopsida*) prin numărul mare de specimene dominau fizionomia pădurilor din Carbonifer.

2.4. Clasa *EQUISETOPSIDA* (= *SPHAENOPSIDA*)
-Plante „ Coada calului"

Plantele din această clasă prezintă mai multe caractere comune, care le deosebesc de *Lycopodiopsida* (tot pteridofite microfile ca şi acestea):

1. Prezintă atât tulpini subterane cât şi aeriene, împărţite clar în noduri şi internoduri.
2. Frunzele sunt diferenţiate în trofofile şi sporofile.
3. Trofofilele sunt mici (microfile) în comparaţie cu tulpina şi dispuse totdeauna verticilat, deosebindu-se, astfel, de toate celelalte pteridofite.
4. Sporofilele se deosebesc totdeauna de trofofile, având forma unui scut susţinut de o tijă centrală (sporofile peltate).
5. Totdeauna sporofilele sunt unite în spice sporifere cu poziţie de capăt.
6. Sporangiile prezintă în interior un tapetum plasmodial (faţă de *Lycopodiopsida* unde se află tapetum de secreţie).
7. Zigotul se divide în celule egale, care dau naştere la cvadrant, octant şi apoi corpul embrionului (nu se formează suspensorul; la *Lycopodiales* diviziunea zigotului se face în celule inegale, dintre care cea mică dă naştere la suspensor, iar cea mare la embrionul propriu-zis).

În contrast cu uniformitatea morfologică a speciilor actuale de *Equisetum*, se evidenţiază frapant abundenţa şi varietatea formelor fosile de *Equisetopsida*.

Sistematica. Clasa încadrează trei ordine: *Hyeniales* şi *Sphaenophyllales* (exclusiv fosile) şi *Equisetales* (fosile şi actuale).

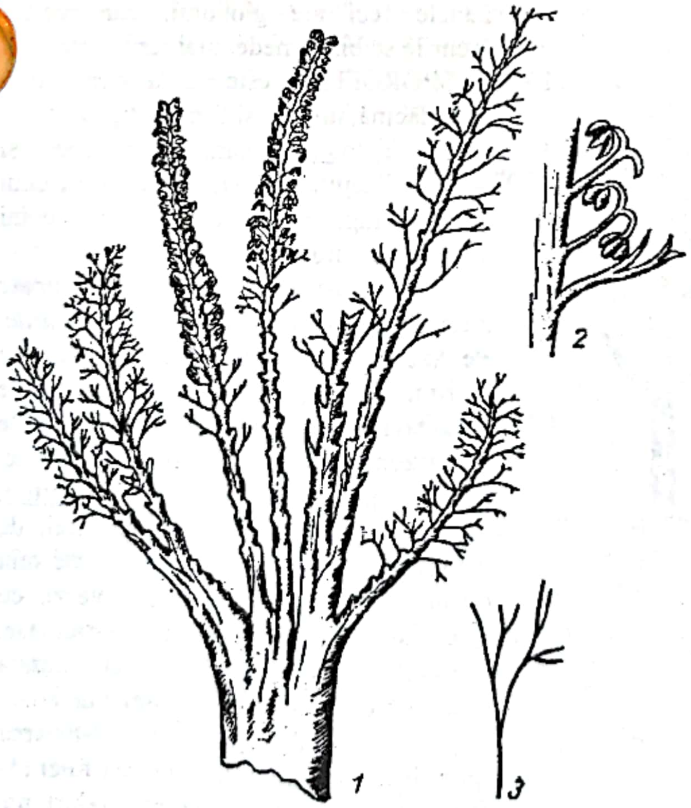


Fig. 175. *Hyenia elegans*: 1 – habitus reconstituit; 2 – sporangii terminali; 3 – frunzele primare (enaţiuni) (după Soó)

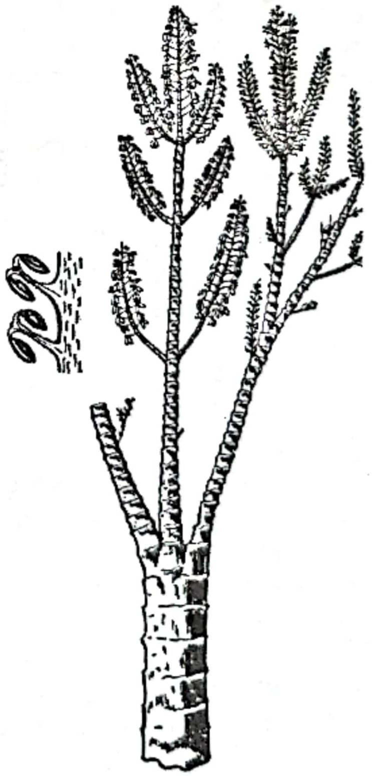


Fig. Fig. 176. *Calamophyton primaerum* – habitus reconstituit; ultimele terminaţii cu sporangi (după Soó)

4.1. Ordinul *HYENIALES* (= *Protoarticulatae*)

Speciile ordinului sunt cunoscute numai ca fosile devoniene, care au făcut legătura între *Rhyniales* şi *Equisetales*. Erau arbuşti cu frunze mici, dichotomic ramificate, dispuse verticilat pe ramuri. Sporangii erau dispuşi în vârful ultimelor ramificaţii curbate în jos.

Ca fosile reconstituite sunt cunoscute: ***Hyenia elegans*** (fig. 175) şi ***Calamophyton primaerum*** (fig. 176).

4.2. Ordinul *SPHENOPHYLLALES*

Sphaenophyllalele erau plante erbacee de până la 1 m lungime, care trăiau, probabil, ca forme volubile sau agăţătoare, comparabile cu speciile actuale de *Galium*. Prezentau tulpini articulate la noduri, cu frunze mici, triunghiulare, în formă de ic. Resturile lor din Paleofitic (Devonianul Superior până în Permian) sunt reprezentate prin buchete (smocuri de frunze (de obicei 6), încă bifurcate sau în formă de ic şi cu multe nervuri dichotomic ramificate). Tulpinile lor subţiri, flexibile, erau străbătute de un stel triarh, cu xilem din traheide reticulate sau areolate şi cu creştere secundară în grosime. Unele erau izospore, iar altele heterospore.

Ex.: ***Sphenophyllum cuneifolium*** (fig. 177-A).

4.3. Ordinul *EQUISETALES*

Equisetalele formează grupa principală a clasei, răspândită de la sfârşitul Devonianului (*Calamitaceae*) până în prezent (*Equisetaceae*). Caracteristica lor o constituie o lacună medulară centrală, înconjurată de o coroană de fascicule conducătoare colaterale.

Reprezentanţii arborescenţi ai Paleofiticului prezentau şi lemn secundar.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Equisetaceae, Archaeocalamitaceae* şi *Calamitaceae.*

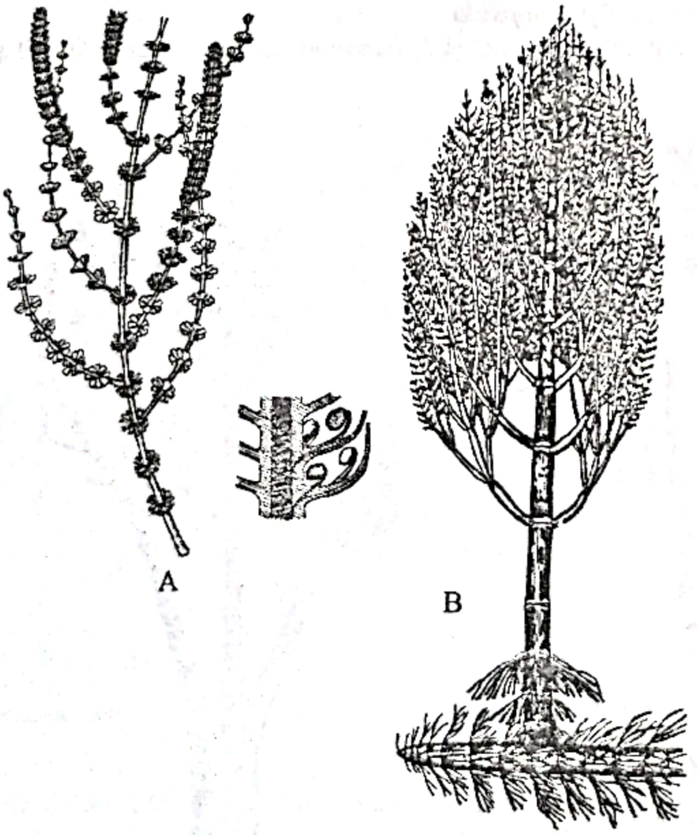


Fig. 177. A – *Sphaenophyllum cuneifolium*; B – *Calamites carinatus* (după Soó)

Familia *Equisetaceae*

Familie reprezentată printr-un singur gen actual, ***Equisetum***, cu 32 specii răspândite de la tropice până în zonele reci ale globului, dar preferă locurile stabile umede, mai rar uscate.

A. SPOROFITUL este planta propriu-zisă cu rădăcină, tulpină şi frunze (fig. 178).

Tulpinile sunt subterane şi aeriene. Tulpina subterană are forma unui rizom lung, articulat şi cu rădăcini adventive la noduri.

Aceasta este persistentă şi poate ajunge în sol la adâncimi considerabile. Pe rizomi se formează tuberculi ovali de mărimea unei alune, în care se înmagazinează substanţe de rezervă. De pe rizomi pornesc tulpinile aeriene. Acestea pot fi de două feluri: fertile, brune, de primăvară şi sterile, verzi, de vară. La unele specii tulpinile aeriene sunt de un singur fel, asimilatoare, verzi, cu spice sporifere brune sau negricioase. Tulpinile aeriene verticale au durată scurtă de viaţă, deseori, de numai un an.

Tulpinile fertile (fig. 178-E) apar primăvara de timpuriu, sunt mai mici (5-15 cm), prezintă noduri şi internoduri, nu sunt ramificate şi au în totalitate culoarea brună. La noduri se află frunzele mici, verticilate, alcătuind o teacă cu vârful dilatat. În vârful acestor tulpini se află spicele sporifere, alcătuite dintr-o axă pe care se află sporofilele hexagonale, cu un pedicel scurt. Pe dosul sporofilelor se află sporangii (5-10) sesili, în care, în urma meiozei, iau naştere homeosporii haploizi.

Tulpinile sterile (fig. 178-K) sunt verzi, asimilatoare, apar spre sfârşitul primăverii şi trăiesc până toamna, când se usucă. La *Equisetum giganteum* din America de Sud şi alţi reprezentanţi tropicali, aceste tulpini sunt volubile şi pot ajunge la 12 m lungime. În schimb, la speciile de *Equisetum* din zona temperată tulpinile sterile au înălţimea de 50-200 cm. Acestea sunt articulate, alcătuite din noduri şi internoduri lungi. La noduri se află frunzele mici uninerve, dispuse verticilat şi concrescute prin baza lor într-o teacă, ce înconjoară de jur împrejur tulpina. De la noduri pornesc ramuri verticilate, care dau plantei aspectul de coadă de cal, de unde a derivat denumirea populară a genului. Internodurile cresc prin meristeme situate la baza lor (creştere intercalară).

Anatomia nodurilor şi internodurilor este diferită. La noduri se află un sifonostel, sub forma unui inel închis de fascicule colaterale, cu xilem la interior şi floem la exterior. Internodurile prezintă un eustel, adică inelul de la noduri este defalcat în fascicule independente, înconjurate de parenchim.

Anatomia internodurilor (fig 178-L) se prezintă astfel. În secţiune transversală se evidenţiază un contur ondulat în care muchiile reprezintă carenele (= coastele), iar adânciturile dintre acestea valeculele (şănţuleţele). La exterior se află epiderma cu pereţii celulelor impregnaţi cu acid silicic. De aceea, tulpinile de coada calului erau utilizate în trecut la curăţirea vaselor metalice, fiind numite „iarbă de cositor". Stomatele sunt dispuse între nervuri în ramificaţiile verzi asimilatoare, în două şiruri longitudinale şi prezintă unele particularităţi, care lipsesc la alte plante. Celulele stomatice (celulele de închidere) sunt acoperite complet de celulele vecine. La turgescenţă acestea se rotunjesc, transmit mişcarea celulelor vecine şi ostiolele se deschid.

Sub epidermă, în dreptul carenelor, se găseşte un ţesut de susţinere – sclerenchim. Sub sclerenchim se află parenchimul clorofilian sprijinit pe endoderm, ultimul strat al scoarţei, ale cărui celule prezintă îngroşările lui Caspary. În scoarţă, între carenele internodului, se află aşa numitele canale valeculare, pline cu aer.

Cilindrul central (stelul) prezintă fasciculele conducătoare colaterale dispuse în dreptul carenelor. Fasciculele conducătoare sunt foarte sărace în xilem. Părţile din xilemul mai vârstnic dispar şi în locul lor se formează canalele carenale, care conţin apă.

În măduvă se formează o lacună mare, lizigenă, plină cu apă, care poartă numele de canal central.

Numeroasele canale valeculare, din tulpinile sterile, pline cu aer, permit supravieţuirea acestor plante în locurile mlăştinoase, unde vegetează cele mai numeroase specii.

Sporangii se formează, pe sporofori special conformaţi, pe partea inferioară a sporofilelor. Acestea au forma unor măsuţe hexagonale cu un picior şi sunt dispuse altern în vârful tulpinilor, formând spice sporifere compacte. Pe dosul fiecărei sporofile, care prezintă fascicule conducătoare concentrice, se află 5-10 sporangi în formă de sac (fig. 178 F, G).

Sporangiul tânăr este înconjurat de un perete protector pluristratificat. Stratul cel mai intern al acestuia, prin descompunerea pereţilor celulari, devine tapetum plasmodial, care pătrunde printre sporii care se formează, ca periplasmodiu. Acest periplasmodiu se consumă o dată cu maturarea sporilor şi participă la formarea pereţilor acestora. Astfel, sporangiul matur prezintă numai două straturi de celule acoperite de epidermă. Celulele epidermei au îngroşări inelare sau spiralate. Datorită uscăciunii atmosferice se pierde apa din celulele peretelui sporangelui şi acesta se deschide printr-o crăpătură longitudinală. Se eliberează, astfel, sporii, formaţi în urma meiozelor pe care le suferă celulele mame sporogene diploide din sporange.

Sunt specii izospore.

B. GAMETOFITUL

Meiosporii de la *Equisetum* sunt verzi şi prezintă un perete alcătuit din trei membrane concentrice: perisporul, meiosporul şi endosporul, formate cu participarea periplasmodiului. La maturarea sporilor, perisporul dă naştere la două benzi înguste, răsucite în spirală în jurul sporului şi cu vârful spatulat, numite haptere (fig. 178 H, I). Hapterele se desfăşoară în jurul sporului, dar rămân legate împreună, dar şi cu endosporul în mijlocul acestuia. Prin mişcările higroscopice, de etalare dar şi de pliere, hapterele servesc nu numai la împrăştierea sporilor dar şi la înlănţuirea şi răspândirea acestora în grup. Astfel se explică faptul că gametofiţii (protalurile), adesea, cresc în grupe dense, unii lângă alţii. Homeosporii de *Equisetum* îşi păstrează capacitatea de germinare numai câteva zile.

Din germinarea sporilor rezultă protaluri monoice sau dioice. Acestea sunt taloase, verzi, lobate, cu lobii încreţiţi. Determinarea sexuală a protalurilor are loc fenotipic, prin factori externi. Astfel, în condiţii de mediu nefavorabile iau naştere, preponderent, gametofiţi masculi. Formarea gametangiilor şi maturarea acestora se desfăşoară repede, în trei până la cinci săptămâni, deoarece faza gametofitului trebuie să se încheie rapid. Gametofiţii sunt sensibili la fluctuaţiile umidităţii mediului şi la concurenţa plantelor-muşchi.

Gametofiţii (protalurile) masculini, în contrast cu cei feminini, sunt puternic pigmentaţi cu carotenoide, aspect care se cunoaşte şi la anteridiile de la muşchi, gameţii masculini de la unele ciuperci (*Allomyces* ş.a.). Această pigmentare este interpretată ca fiind o protecţie împotriva radiaţiilor mutagene.

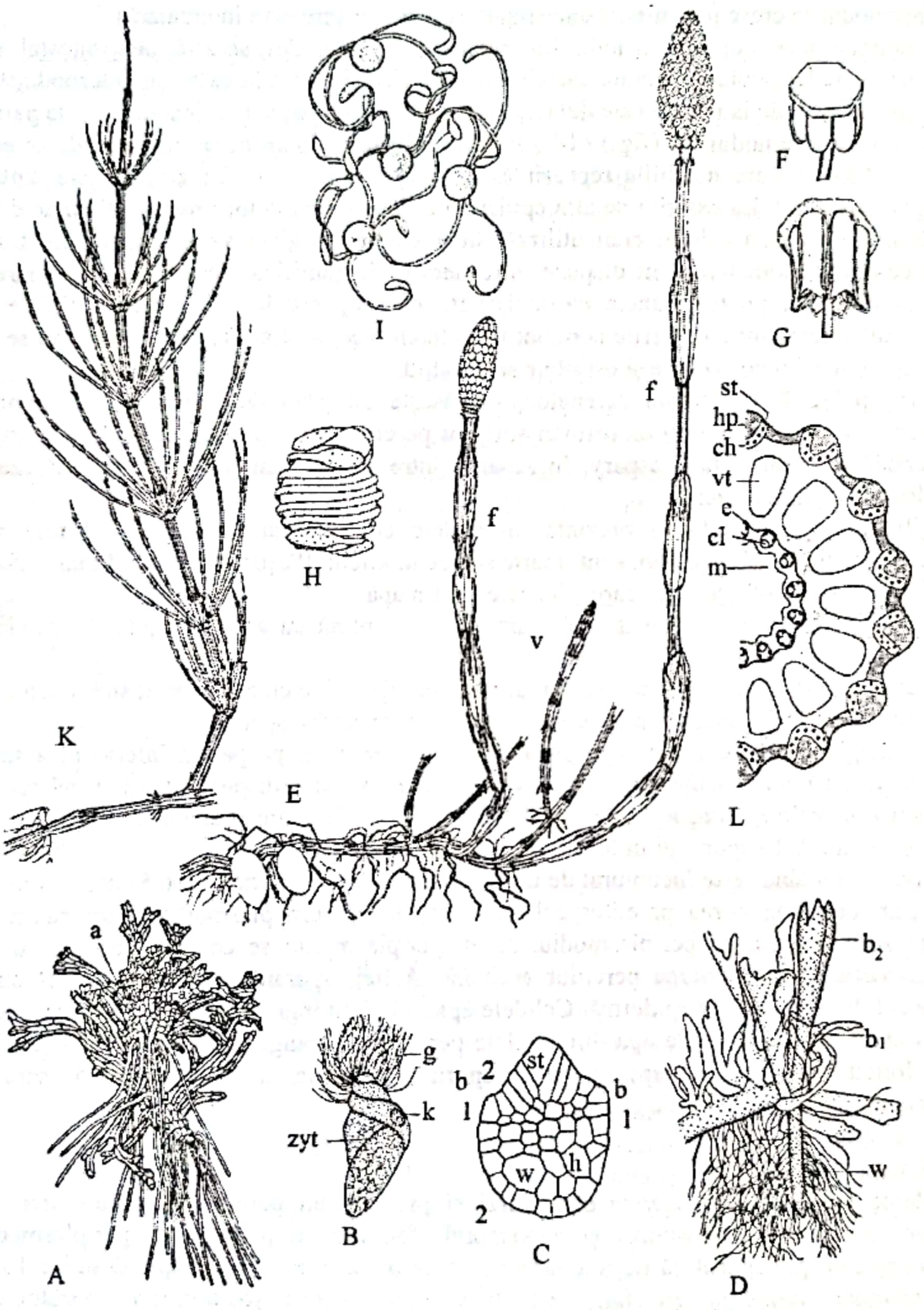


Fig. 178. *Equisetopsida, Equisetaceae, Equisetum*: A – protal ♀ în partea de jos cu arhegonii (a); B – spermatozoid: k – nucleu; g – flageli; zyt – citoplasmă; C – embrion: 1, 2 – pereţii evadranţilor; din jumătatea de sus (deasupra peretelui 1 se formează tulpina (st) şi primul buchet de frunze (b); din jumătatea de jos – rădăcina (w) şi haustoriul (h); D – protal de pe care se ridică planta tânără cu rădăcina (w) şi primele verticile de frunze (b_1, b_2); E – L – *Equisetum arvense*: tulpini fertile (f) care pornesc din tuberculii de pe tulpina subterană cu vârf vegetativ (v), încă în mugure; F, G – sporofile peltate cu sporangi pe partea inferioară (în G – deschis); H – spor înconjurat de cele două haptere, care provin din perispor; I – spori în condiţii de uscăciune cu hapterele desfăşurate; K – tulpină sterilă: L – secţiune transversală prin internod: m – cavitate medulară provenită pe cale lizigenă; e – endodermă; cl – canal carenal; vl – canal valecular; hp – cordoane de sclerenchim în coaste şi în şănţuleţele dintre acestea; ch – scoarţa cu clorofilă; st – şir de stomate (A-D- după Goebel; B- după Sharp; C- după Sadebeck; E-K- după Schenck; L- după Bresinsky, din Strasburger, 1999)

Gametangiile

Anteridiile sunt cufundate în protal în timp ca arhegoaniile ies la suprafața acestuia.

Într-un anteridiu se formează 250-1.000 spermatozoizi spiralați, cu numeroşi flageli. Într-un arhegoniu ia naştere o singură oosferă. Fertilizarea are loc prin intermediul apei fluide.

Prin diviziunea zigotului se formează două celule egale (în contrast cu ***Lycopodium*** unde se formează celule inegale, care dau naştere la suspensor şi la corpul embrionului). Acestea se divid în continuare şi formează cvadrantul, octantul şi apoi embrionul propriu-zis (suspensorul nu se formează).

Primele frunze apar la polul tulpinii, sunt aranjate în verticil şi acoperă, sub forma unui inel, vârful tulpinii, care creşte mai departe printr-o celulă inițială trilaterală. Prima rădăcină apare lateral de axa lăstarului.

Speciile de ***Equisetum*** din zona temperată, deci şi de la noi din ţară, în timpul iernii pierd partea supraterană. Partea subterană se menţine mult timp, deoarece unele ramuri scurte ale tulpinii de sub pământ depozitează substanțe de rezervă şi iau forma unor tuberculi de iernare, care generează primăvara părțile supraterane. *E. arvense* (Coada calului de ogor), *E. telmateia* (*E. maximum*), *E. palustre* ş.a. cresc în locuri umede, mlăştinoase şi pierd toamna partea aeriană. Au şi valoare farmaceutică, medicinală (*Equiseti herba,* off.). Specii cu tulpini veşnic verzi: *E. hyemale* (Pipirig) creşte în păduri montane de foioase şi răşinoase; *E. variegatum* creşte în locuri umede şi nisipoase din zone joase.

Equisetites este gen fosil cu forme arborescente şi creştere secundară în grosime.

Familia *Archaeocalamitaceae*

Speciile încadrate în această familie reprezintă cele mai primitive articulate, care au trăit în Carboniferul Inferior. Prezentau frunze bifurcate dispuse verticilat la nodurile tulpinii.

Familia *Calamitaceae*

Genul ***Calamites*** (fig. 177-B) a fost larg răspândit în Carboniferul Superior şi Permian. Se prezenta sub formă de arbori, care, alături de *Lepidodendrales* şi *Sigillaria,* au jucat rol foarte important în formarea cărbunilor Terrei. Pe lângă specii izospore au existat şi forme heterospore. Alte genuri: ***Annularia, Calamostachys*** ş.a. Sporii nu prezentau haptere.

Unele specii atingeau 30 m înălțime, cu diametrul tulpinii până la 1m, datorită dezvoltării lemnului secundar. Ca şi *Equisetum,* prezentau cavitate medulară mare, din care cauză s-au numit „arbori tubulari". Tulpinile, de cele mai multe ori, prezentau verticile de ramuri, alteori se bifurcau la capătul de sus al internodului, ca apoi două ramuri alăturate să se unească împreună într-un singur fascicul al internodului următor, iar al treilea fascicul ducea către frunză (urmă foliară).

Frunzele erau simple, lanceolate, şi cu o nervură. La vârful frunzelor se găsea (ca şi la vârful dințişorilor frunzelor de *Equisetum* actual) o deschizătură (por) pentru apă, prin care avea loc gutaţia. Corespunzător alternanței fasciculelor conducătoare primare în internoduri, care se succedau unele după altele, frunzele erau dispuse în mănunchiuri care alternau.

CONCLUZII

Cl. *Equisetopsida* a avut un optim de dezvoltare în Paleofitic, când au dispărut toate genurile şi speciile, cu excepţia lui *Equisetum,* care a rămas aproape neschimbat, din Carbonifer şi până în zilele noastre.

În Paleofitic au existat şi forme heterospore, în timp ce equisetaceele actuale sunt forme homeospore relicte, care nu se pot deriva de la formele heterospore paleofitice (heterosporia se poate deriva de la homeosporie şi nu invers). Formele pierite de *Calamites, Sphenophyllum* ş.a. erau heterospore, iar *Calamocarpon* a ajuns la formarea de seminţe primitive.

2.5. Clasa *PTERIDOPSIDA* (= *FILICOPSIDA* = *POLYPODIOPSIDA*)

-Ferigi

Acestea sunt ferigile propriu-zise, în timp ce toate celelalte studiate ar trebui denumite cu un termen mai cuprinzător – pteridofite.

Caracteristica lor o reprezintă frunzele mari (megafilele), de regulă generală divizate (de la 1-6 ori), în tinereţe cu vârful răsucit (excepție *Ophioglossales*).

Tulpinile, frunzele şi rădăcinile cresc la început printr-o celulă iniţială bifacială, care mai târziu este înlocuită printr-un grup de iniţiale.

La formele tropicale, tulpinile aeriene pot ajunge până la 20 m înălţime. Cele din regiunile temperate prezintă numai o tulpină subterană – rizom, de pe care pornesc numeroase rădăcini adventive. Acestea sunt diarhe, monarhe sau poliarhe, bogate în sclerenchim. Cilindrul central poate fi un sifonostel, solenostel sau polistel. Vasele lemnoase sunt traheide scalariforme, cu excepţia ferigii acvilă (***Pteridium aquilinum***) unde se află trahei.

Frunzele pteropsidelor străvechi erau în întregime telomice, cu sporangii cu poziţie de capăt, parţial telomice, sub formă de ramificaţii puţin turtite la vârf şi cu foliole mici. Formarea laminei frunzei din telomii primordiali, în urma proceselor de planaţie şi concreştere (conform cu teoria telomului) şi trecerea succesivă a sporangilor din vârful ramificaţiilor telomice pe faţa inferioară a frunzei (fig. 179), evoluţia nervaţiei de la cea bifurcată (în evantai) la cea penată şi apoi la cea în formă de reţea, se poate urmări la pteropsidele străvechi paleofitice: *Acrangiophyllum* (din Carboniferul Superior) → *Archaeopteris* (din Devonianul Superior) → *Alethopteris* (reprezentant al ferigilor cu seminţe din Carboniferul Superior) → *Linopteris* (din Carboniferul Superior) (fig. 179. J-L).

La pteridopsidele actuale, stadiul caulinar ancestral se păstrează la *Ophioglossaceae*, la care ramificaţiile purtătoare de sporangi (telomi – frunze cilindrice) nu sunt aplatizate (nu stau în acelaşi plan) ci perpendicular unii pe alţii. Sporangele de *Botrychium* este vascularizat ca şi la ferigile arhaice.

La ferigile actuale sporangii sunt situaţi pe nervurile frunzelor sau în vârful acestora, indicând astfel originea lor caulinară, deşi la prima vedere par a fi producţiuni primare ale frunzei.

Protopteridiidae- le dispărute şi grupele de ferigi actuale (*Eusporangiatae, Leptosporangiatae* şi *Hydropteridales*) sunt, de fapt, în legătură de descendenţă. În sistemele actuale de clasificare sunt considerate ca trepte de dezvoltare.

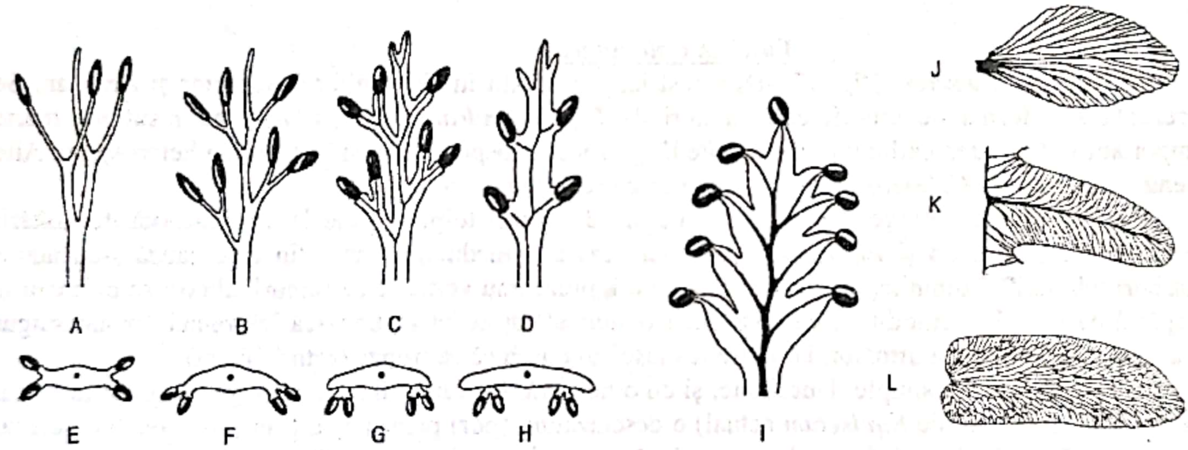


Fig. 179. *Pteridopsida.* Tranziţia treptată de la telomul fertil la sporofilă (A-D) şi împingerea sporangilor pe suprafaţa inferioară a frunzelor (E-H); I – sporofilă de la *Acrangiophyllum* (plantă asemănătoare ferigii) din Carboniferul Superior; J, L – nervurarea penată a frunzelor de la plante asemănătoare ferigii: nervaţia în evantai la *Archaeopteris* din Devonianul Superior; K – nervaţie penată la *Alethopteris*, un reprezentant al ferigilor cu seminţe din Carboniferul Superior; L – nervaţia în reţea la *Linopteris*, din Carboniferul Superior (A-H- după Zimmermann; I- după Mamay; J-L- după Seward & Gothan, din Strasburger, 1999)

5.1. Treapta de dezvoltare: *PRIMOFILICES* (= *PROTOPTERIDIIDAE*)

Acestea reprezintă o verigă de legătură între *Psilophytopsida* şi *Pteridopsida*.

Specile aceatei trepte de dezvoltare sunt forme exclusiv fosile, cu părţi aeriene penate, dar încă neaşezate în acelaşi plan (evantai spaţial) şi cu sporangii situaţi în poziţie de capăt pe aceste ramificaţii. Formele de tranziţie, între *Psilophytopsida* şi *Primofilices*, sunt continue, încât unele forme fosile ca *Protopteridium* şi *Pseudosporonchnus* pot fi încadrate atât în prima cât şi în a doua grupă.

În interiorul treptei *Primofilices* se poate urmări evoluţia, de la lăstari bifurcaţi dispuşi în mănunchiuri cu sporangii terminali (la *Pseudosporonchnus*), la frunzuliţe asimilatoare neregulat bifurcate, de formă triunghiulară, cu sporofile la fel ramificate şi cu sporangii deplasaţi pe marginea acestora (la *Cladoxylon*). Sporofilele erau amestecate cu trofofilele, dar nu formau încă spice.

Ramificațiile laterale ale telomilor, care nu se opreau în creștere și depășeau, astfel, pe cele principale, evoluau spre frunze cu nervuri dichotomice, cu suprafață mai mare, așa numitele „frunze evantai" cum se prezentau la formele din Devonianul Superior.

Evoluția nervațiunii frunzelor s-a desfășurat pe următoarele căi:

- din nervațiunea dichotomică s-a dezvoltat treptat, la ferigi și pteridosperme, nervațiunea simplu penată, care a apărut pentru prima dată în Carboniferul Inferior;
- din nervațiunea penată s-a dezvoltat nervațiunea în rețea cu nervurile de mai multe ori divizate, care aprovizionează în modul cel mai eficient frunzele cu apă și substanțe hrănitoare. Această nervațiune a apărut pentru prima dată în Carboniferul Superior și s-a perfecționat treptat la următoarele grupe de plante apărute.

Formarea frunzei, ca organ aplatizat, a fost posibilă în urma proceselor de planație și concreștere ale ramificațiilor telomilor. La formele primitive aceștia stăteau perpendicular unul pe altul (ca la *Ophioglossales* actuale). Aplatizarea (planația) lipsea și astfel frunzele erau cilindrice ca o tijă (ex. la forme fosile de *Stauropteris* din Carboniferul Superior). În astfel de telomi-frunze cilindrice putea să apară parenchimul palisadic.

Primofilices erau preponderent isospore, iar prin forme de *Archaeopteridales* ele au atins treapta heterosporiei. Erau eusporangiate cu peretele sporangelui pluristratificat. Izolat au putut să apără mecanisme speciale de deschidere a sporangilor.

O dezvoltare progresivă se poate urmări, la aceste *Primofilices*, și în construcția stelului, de la protostel la eustel.

Sistematica. *Primofilices* formează o grupă destul de eterogenă, care poate fi împărțită în 5 ordine: *Pseudosporochnales, Protopteridales, Cladoxylales, Coenopteridales, Archaeopteridales*.

1.1. Ordinul *PSEUDOSPOROCHNALES*

Acest ordin încadrează numai forme fosile cunoscute din Devonianul Mijlociu. Aveau circa 1 m înălțime, tulpina principală neramificată, dar cu ramuri laterale puțin bifurcate, care se terminau cu rămurele subțiri dichotomic ramificate, asimilatoare. Uneori, capetele ramurilor erau puțin lățite (începutul planației și apoi al concreșterii în sensul teoriei telomilor).

Ramurile laterale, cu suprafețele lor de asimilație lățite, pot fi considerate precursori ai frunzelor mari, de mai multe ori penate (megafile) în formă de evantai.

1.2. Ordinul *PROTOPTERIDIALES*

Prin alcătuirea frunzelor mari evantai (megafile) ele sunt asemănătoare psilotopsidelor actuale. Unele genuri formau o tulpină puternică, cu lemn secundar și traheide scalariforme.

Genurile ***Hyenia*** și ***Calamophyton*** (încadrate mai înainte la *Equisetopsida*), după cercetări recente aparțin la acest cerc de forme ca și ***Protopteridium, Aneurophyton, Tetraxylopteris, Rhacophyton*** și ***Pertica***.

1.3. Ordinul *CLADOXYLALES*

Specii ale genului ***Cladoxylon*** au trăit din Devonianul Mijlociu până în Carboniferul Inferior. În stelul lor se aflau numeroase fascicule conducătoare dispuse în forma literei V, abătându-se, astfel, de la structura stelului de la celelalte plante vasculare.

1.4. Ordinul *COENOPTERIDALES*

Ordinul încadrează forme fosile care au trăit din Devonianul Superior până în Permianul Inferior, însă apogeul l-au atins în Carboniferul Inferior. Prezentau frunze ramificate dar nu în același plan, ci în spațiu, ca la *Stauropteris, Botryopteris* și la feriga cățărătoare *Ankyropteris*. La unele specii s-a evidențiat deschiderea sporangelui printr-o grupă de celule cu perete gros și o linie de dehiscență prefigurată (ca la sporangele de *Osmunda*).

1.5. Ordinul *ARCHAEOPTERIDALES*

Reprezentanții sunt forme fosile heterospore.

Genul ***Archaeopteris*** a apărut în Devonianul Superior și s-a răspândit ulterior pe arii largi și cu mai multe specii. Erau arbori impunători, cu evantaie spațiale dublu-penate, cu nervațiune în formă de evantai. La bază prezentau două stipule. Frunzele fertile prezentau pe marginea lor sporangi îndreptați către înainte. Aceștia erau de două feluri: microsporangi cu microspori cu Ø = 0,03 mm; megasporangi cu megaspori cu Ø = 0,3 mm (A. Bresinsky, in Strasburger, 1999).

Tulpinile ajungeau la 9 m înălțime și 1,5 m grosime, cu xilem secundar, în care vasele erau traheide areolate.

Deci, *Archaeopteris* reunește atât caractere de ferigă cât și de gimnosperme. Ele sunt considerate progimnosperme, cu caractere intermediare între *Psilophytposida* + *Filicopsida* și *Gymnospermae*.

Ordinul *PROTOLEPIDODENDRALES*

Speciile acestui ordin prezintă caractere intermediare între *Psilophytopsida* și *Filicopsida* (*Pteridopsida*).

5.2. Treapta de dezvoltate: *EUSPORANGIATAE* (= *OPHIOGLOSSIDAE*)

Sporangiile se dezvoltă din mai multe celule ale epidermei frunzelor și prezintă un perete gros, îngreunând, astfel, eliberarea sporilor (caracter plesiomorf).

Treapta cuprinde două ordine: *Ophioglossales* și *Marattiales*.

2.1. Ordinul *OPHIOGLOSSALES*

Frunzele sunt mari, divizate în două părți: o parte sterilă asimilatoare (dar fără țesut palisadic), de culoare verde și o alta fertilă, întreagă sau divizată, gălbuie, cu poziție perpendiculară pe prima.

Frunzele sunt evantaie spațiate tridimensional și corespund unui tip de ramificare primordial. La partea fertilă creșterea în suprafață este oprimată. Frunzele cresc în lungime nu printr-o celulă inițială, ci prin mai multe celule inițiale care alcătuiesc un vârf vegetativ.

Pe o tulpină subterană scurtă (rizom) se dezvoltă anual un singur verticil de frunze, fiecare cu pețiol lung, prevăzut la bază cu o teacă membranoasă, însă nerăsucite la vârf în stadiile juvenile. În tulpină se află un protostel, care, către în sus se transformă în sifonostel.

Protalurile sunt subterane, perene, puternic reduse, lungi de câțiva mm, fără clorofilă și cu hrănire micotrofă. Anteridiile și arhegoniile sunt cufundate în protal, ceea ce reprezintă un alt caracter de primitivitate, alături de dezvoltarea sporangilor și structura peretelui acestora.

Embrionul, care ia naștere din zigot, trăiește, uneori, mulți ani subteran.

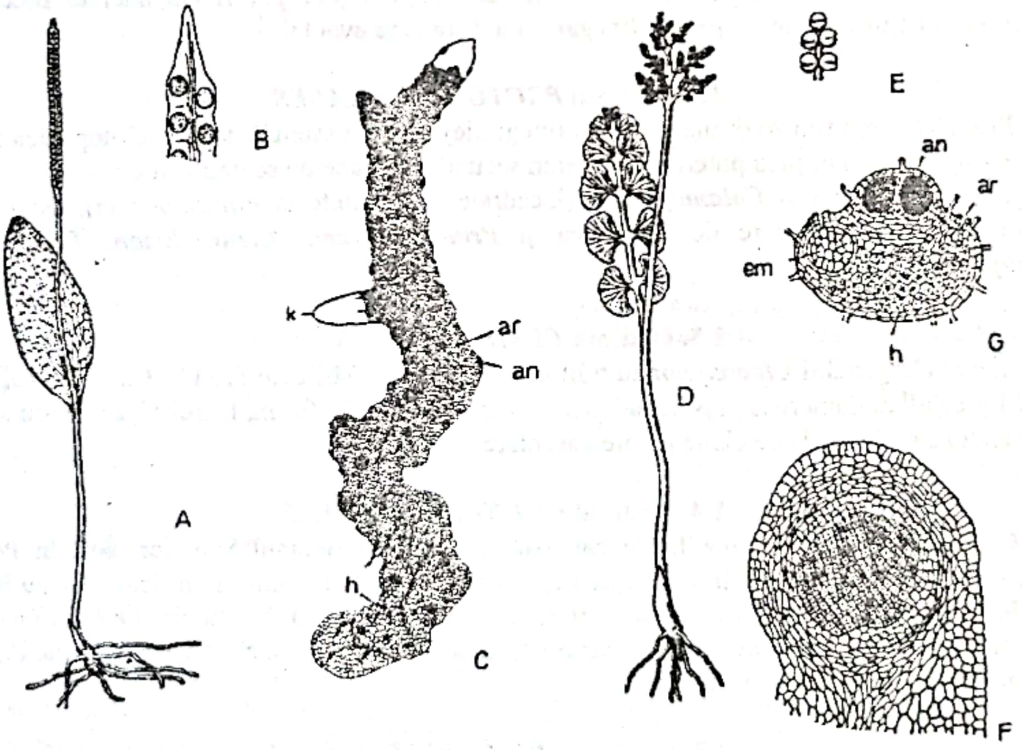


Fig. 180. *Eusporangiatae, Ophioglossales*: A-C – *Ophioglossum vulgatum*: A – sporofit; B – secțiune longitudinală prin vârful unei părți din frunza fertilă; C – protal cu anteridii (an) și arhegonii (ar) și sporofit tânăr cu prima rădăcină (k); h – hife ale ciupercii care realizează micoriza; D-G – *Botrychium lunaria*: D – sporofit; E – sporangii văzute de jos; F – secțiune longitudinală printr-un sporangiu neajuns la maturare, cu perete pluristratificat, în interior cu celule mamă sporogene înconjurate de celule ale tapetului; G – secțiune în protal, cu anteridiu (an) și arhegonii (ar), embrion (em), hife ale ciupercii (h) (A, B- după Mägdefrau; C- după Bruchmann; D-E- după Mägdefrau; F- după Goebel; G- după Bruchmann, din Strasburger, 1999)

Familia *Ophioglossaceae*

Familia încadrează circa 30 specii izospore. Mai cunoscute sunt două genuri: *Botrychium* şi *Ophioglossum*, cu specii şi în România şi genul *Helminthostachys*, cu o specie în Indo-Malaezia.

La genul ***Botrychium*** (fig. 180 D-C) frunza are două părţi: partea sterilă, penat-divizată, cu nervuri dichotomic ramificate; partea fertilă este penat ramificată. Sporangiile, aproape rotunde, stau pe marginea ramificaţiilor şi nu sunt concrescute între ele.

La tulpina subterană apare o creştere în grosime destul de slabă, care reprezintă singurul caz între toate ferigile actuale. *B. lunaria* (Iarba dragostei) creşte în pajişti subalpine. În fiecare sporange se formează 1500-2000 spori. Protalul este aplatizat (caracter apomorf).

Genul ***Ophioglossum*** (fig. 180 A-C) se caracterizează prin faptul că partea sterilă a frunzei este întreagă, în formă de limbă, de culoare verde, cu o nervaţie în reţea. Partea fertilă este simplă, cilindrică, de culoare gălbuie şi poartă două rânduri de sporangii, cufundate şi lateral concrescute. În fiecare sporange se formează până la 15.000 spori. Rădăcinile adventive trăiesc în simbioză cu hifele de ciuperci (micoriză). Protalul este radiar cilindric.

Numărul de cromozomi în celulele somatice este frapant de mare: la *O. vulgatum* (Limba şarpelui), care creşte prin păduri de foioase, 2n = 256 (în Fl. Europaea 2n = 480!), la *O. reticulatum* 2n = 630.

2.2. Ordinul *MARATTIALES*

Ordinul încadrează numai specii cu răspândire limitată la tropice. Sunt ferigi primordiale foarte vechi.

Speciile actuale prezintă o tulpină bulboasă, scurtă, cu un verticil de frunze evantai, lungi de mai mulţi metri, multiplu penate, în tinereţe circinate şi cu stipule la baza peţiolului. Frunzele sunt trofosporofile. Sporangiile izospore sunt, la unele genuri, concrescute lateral în sinangii compartimentate, care mai târziu plesnesc şi eliberează sporii. În alte cazuri sporangii sunt grupaţi în sori.

Protalurile pot fi subterane, cu viaţă lungă şi cu hrănire micotrofă. Cele supraterane sunt verzi, autotrofe, cu mai multe straturi de celule şi se aseamănă cu talul muşchiului hepatic. Anteridiile şi arhegoniile sunt situate pe partea inferioară a protalurilor şi afundate în acesta (caracter plesiomorf).

Genul ***Marattia*** cu mai multe specii este larg răspândit în regiuni tropicale.

Genul ***Angiopteris***, cu specii cu frunze lungi până la 5 m, trăieşte în păduri din Asia tropicală şi Australia.

Alte genuri: ***Danaea, Psaronius, Christensenia*** ş.a.

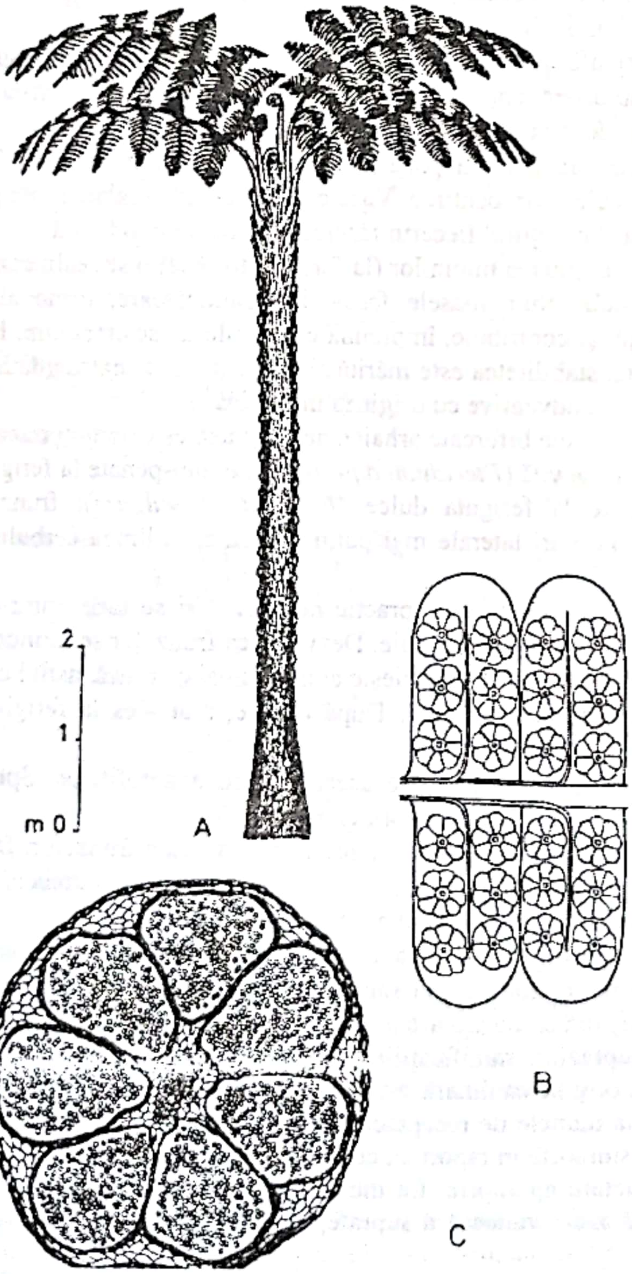


Fig. 181. *Eusporangiatae, Marattiales.* A – Ferigă arborescentă *Megaphyton* (*Marattiaceae*) reconstituită, pe tulpină cu cicatricele frunzelor evantai căzute, dispuse în două şiruri longitudinale; baza tulpinii întărită printr-o manta de rădăcini cu originea în tulpină, care cresc înspre în jos; B – partea inferioară a frunzei penate cu sinangii; C – secţiune transversală printr-un sporange (A- după Hirmer; B, C- după Renault, din Strasburger, 1999)

Marattiaceae- le numără circa 200 specii larg răspândite în păduri din regiunile tropicale. Ele au apărut în Carbonifer și au avut originea în *Primofilices*. Unele forme erau arboricole, de până 10 m înălțime și predominau în flora Carboniferului asupra *Leptosporangiatae*- lor, care s-au multiplicat mai târziu. Dintre fosile lemnoase reconstituite, mai cunoscută este ***Megaphyton*** (fig. 181).

5.3. Treapta de dezvoltare: *LEPTOSPORANGIATAE* (= *PTERIDIIDAE*)

Reprezentanții acestei trepte sunt cele mai evoluate filicine. Sporangiile se dezvoltă numai dintr-o celulă epidermală și sunt protejate de un perete subțire, care după descompunerea timpurie a tapetumului, constă doar dintr-un strat de celule. În acest fel se ușurează eliberarea sporilor (caracter apomorf).

Ferigile leptosporangiate sunt iubitoare de umbră (90% dintre speciile actuale) și sunt răspândite pe toate continentele. Dezvoltarea principală o ating la tropice, unde se află forme pitice de câțiva mm (de ex. *Didymoglossum* din fam. *Hymenophyllaceae*), dar și forme arborescente (→ 20 m) cu coroană.

A. SPOROFITUL

Tulpina lemnoasă, la speciile lemnoase tropicale și subtropicale, de cele mai multe ori de grosimea brațului (la genurile *Cyathea*, *Dicksonia*, *Cibotium*), este ramificată și poartă la vârf frunze evantaiforme dispuse spiralat, multiplu penate, lungi până la 3 m.

Leptosporangiatele din regiunea temperată sunt erbacee, cu tulpini exclusiv subterane sub formă de rizomi puțin ramificați, orizontali sau ascendenți, de lungă durată. La *Pteridium aquilinum* rizomul poate atinge lungimea de 40 m și vârsta de până la 70 de ani.

Rizomii au în tinerețe un protostel central, care în părțile mai vârstnice se transformă în sifonostel și polistel, variați ca formă și cu fascicule hadrocentirce. Vasele sunt traheide scalariforme și foarte rar trahei (la *Pteridium aquilinum*). De jur împrejurul fiecărui fascicul se află o endodermă.

Creșterea în grosime lipsește, astfel că stabilitatea tulpinilor (la formele tropicale) se realizează altfel decât la *Lycopodiopsida* și *Equisetopsida*. Numeroasele fascicule conducătoare, urme ale frunzelor, trec, de cele mai multe ori, în scoarță și contribuie, împreună cu plăcile de sclerenchim, la întărirea tulpinilor. La unele ferigi arborescente, stabilitatea este mărită și printr-o manta extraordinar de groasă (până la câțiva dm) alcătuită din rădăcini adventive cu originea în tulpină.

Nervațiunea frunzelor este variată. La frunzele bifurcate arhaice nervațiunea este dichotomică. Frecvente sunt evantaie de 2-4 ori penate la feriga acvilă (*Pteridium aquilinum*); dublu-penate la feriga viermelui (*Dryopteris filix-mas*); simplu penate la feriguța dulce (*Polypodium vulgare*); frunze nedivizate, cu nervura mediană evidentă și cu nervuri laterale mai puțin evidente, la limba cerbului (*Phyllitis scolopendrium*).

Creșterea apicală a frunzelor durează mult, alteori este practic nelimitată și se face printr-o celulă bilaterală, care ulterior este înlocuită printr-o grupă de inițiale. Dezvoltarea frunzelor se întinde, deseori, pe mai mulți ani. La *Pteridium* fiecare lăstar scurt construiește anual numai o frunză, astfel că este nevoie de mai mulți ani ca feriga să fie definitiv formată. După cădere, mai ales la ferigile arborescente, frunzele lasă cicatrice frapante.

Anatomia frunzei, cu parenchim palisadic și lacunos, se aseamănă cu a antofitelor. Spre deosebire de acestea, celulele epidermei conțin, de cele mai multe ori, cloroplastide.

Spoarangiile sunt produse în număr mare pe marginea sau pe partea inferioară a frunzelor. De regulă generală, sporofilele sunt puțin diferite față de trofofile. La unele genuri, ca *Matteuccia*, *Osmunda* ș.a., datorită reducerii suprafeței laminei, sporofilele sunt altfel conformate.

La *Aspidiaceae* (cazul tipic), la care aparțin majoritatea ferigilor indigene, sporangii sunt grupați în sori (fig. 182. B-D) pe marginea segmentelor frunzei sau pe fața inferioară a acesteia, la capătul nervurilor sau pe nervuri. Aceasta reprezintă o confirmare a originii caulinare a sporangilor de la pteridofitele ancestrale, deoarece nervurile reprezintă ramificațiile telomilor mult reduse. Sporangii par a fi producții ale frunzei, dar în realitate au origine caulinară. Sorii se formează pe o protuberanță, care reprezintă o prelungire a nervurii și poartă numele de receptacul sau placentă. Sporangii izolați sau cei situați marginal reprezintă caractere plesiomorfe în raport cu cei grupați spre mijlocul frunzelor sau segmentelor acestora, care reprezintă caractere apomorfe. La multe specii, înaintea ajungerii la maturare, sorii sunt acoperiți de o excrescență membranoasă a suprafeței frunzei numită induzium. Sorii pot fi induziați și neinduziați.

Sporangele matur izolat are forma unei capsule mici, situată la capătul unei tije numite setă. În aceasta se formează un mare număr de meiospori, la fel conformați, numiți izospori.

Peretele sporangelui prezintă spre vârful și spatele său celule mai mari, cu pereții radiali și tangențiali interni îngroșați, care formează annulusul, un semiinel mecanic. Porțiunea de inel rămasă neîngroșată poartă numele de celule de separare (stomium), care se rupe la maturare, în urma uscării și contractării celulelor mecanice. Această deschizătură reprezintă locul pe unde sunt eliberați și aruncați sporii din sporange.

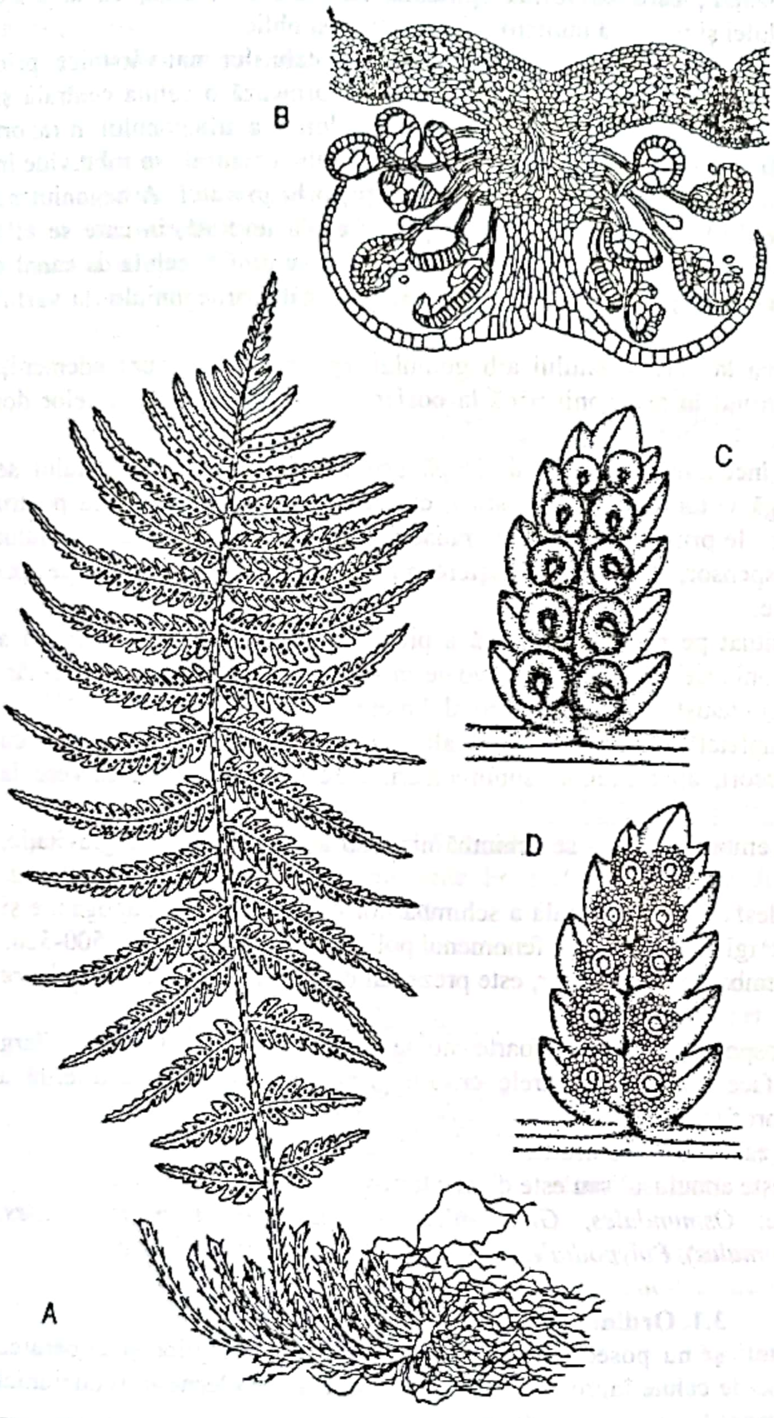


Fig. 182. *Pteridopsida, Aspidiales, Dryopteris*: A – habitus; B – secțiune prin sor, unde se observă placenta cu sporangi și induziumul sub formă de umbrelă; C – segment al frunzei cu sori tineri, încă acoperiți de induziu; D – același în stadiu mai avansat de dezvoltare cu induzium încrețit (A, B, C- după Schenck; B- după Kny)

După modul de formare și maturare a sporilor într-un sor, ferigile se grupează în trei categorii: simplices, gradatae și mixtae.

1. Simplices cuprind ferigile la care sporangii dintr-un sor apar și se maturează toți în același timp. La această categorie aparțin ferigi tropicale din *Schizaeaceae, Gleicheniaceae, Matoniaceae.*

2. Gradatae încadrează ferigile la care sporangii în sori se formează și se maturează în succesiune bazipetală.

3. Mixtae. La această categorie aparțin ferigile la care sporangii în sori apar și se maturează fără o ordine definită. Cele mai numeroase ferigi din zone temperate aparțin la această grupă.

B. GAMETOFITUL

Sporul (izosporul) prin germinare formează protalul haploid, lung de câteva centimetri, cu viață scurtă. Protalurile sunt haplomonoice, adică pe ele se formează ambele tipuri de gametangii (anteridiile și arhegoniile). Heterospori se formează numai la puține specii tropicale, precum *Platyzoma* (*Gleicheniaceae*) și deci din germinarea acestora iau naștere protaluri haplodioice, cu gametangiile separate pe două tipuri de protaluri.

La unele genuri, ca *Trichomanes* (*Hymenophyllaceae*) și *Schizaea* (*Schizaeaceae*) din spor se formează mai întâi un fir numit protonemă, fixată prin rizoizi și care poartă atât anteridiile cât și arhegoniile. De regulă generală, acest stadiu este foarte scurt. În vârful acelui fir ia naștere o celulă inițială bifacială (în formă de ic) și formează protalul cordiform, alăturat substratului. Ulterior, celula inițială este înlocuită cu un grup de inițiale.

Pe partea inferioară a protalurilor, mai apropiată de sol şi de umezeală, se formează mai întâi anteridiile şi apoi arhegoniile. După formarea deplină, gametangiile nu mai sunt sau sunt puţin cufundate în protal. La o hrănire proastă a protalurilor, arhegoniile nu se mai formează deloc.

Anteridiile au formă aproape sferică şi stau, sesil, pe o celulă epidermală din care au rezultat. În anteridii se formează spermatozoizii, care au formă spiralată, constau, în esenţă, ca la toate arhegoniatele, numai din nucleul celulei şi prezintă numeroşi flageli dispuşi oblic.

Arhegoniile se formează în partea mijlocie, pluristratificată, a protalurilor mai vârstnice, prin diviziunea unei celule epidermale. În interiorul construcţiei iniţiale se formează o celulă centrală şi numai o celulă a canalului gâtului, ceea ce reprezintă o simplificare evolutivă a arhegonului în raport cu briofitele, la care se formează mai multe celule ale canalului gâtului. Celula centrală se subdivide în celula ce devine oosferă şi o celulă a canalului părţii bombate (burţii) arhegoniului. Arhegoniul pe deplin format are forma unei sticle de lampă, alcătuit dintr-o parte bazală umflată, în care se află oosfera şi un gât. Pentru a avea loc fertilizarea, mucilagiul din arhegoniu se umflă, celula de canal a gâtului şi celula de canal a părţii bombate plesnesc şi astfel se deschide gâtul arhegoniului la vârful acestuia.

Fertilizarea. Prin deschiderea la vârf a gâtului arhegoniului, spermatozoizii sunt ademeniţi chemotactic de celulele gâtului, pătrund în arhegonii până la oosferă şi au loc contopirea celor doi gameţi şi formarea zigotului.

Zigotul diploid reprezintă începutul sporofitului. După primele diviziuni ale zigotului se formează tulpiniţa endoscopic, lângă viitorul picior (haustor), care extrage din protal hrana pentru embrion. Primele faze de dezvoltare ale primei frunze şi ale rădăcinii are loc către gâtul arhegoniului (exoscopic). La embrionul fără suspensor, rădăcina ia naştere nu opus vârfului, ci lateral de axa longitudinală, ca la toate pteridofitele.

Deoarece arhegoniul este situat pe partea inferioară a protalului, tulpina şi prima frunză a embrionului, după ieşirea din arhegoniu trebuie să se încovoaie în sus. Embrionul (sporofitul tânăr) rămâne legat, câtva timp de protal prin haustor, până când protalul piere.

Rădăcina primară este completată, mai târziu, prin alte numeroase rădăcini adventive cu originea în tulpină. Pe frunze, deseori, apar muguri suplimentari, care se desprind şi servesc la înmulţirea vegetativă.

Poziţia axei de polaritate a embrionului nu se schimbă nici sub acţiunea forţei de gravitaţie, nici a luminii.

Unele specii se abat de la desfăşurarea normală a schimbărilor de generaţii prin apogamie şi aposporie. Datorită acestui fapt, la ferigi apare frecvent fenomenul poliploidiei, cu 2n până la 500-520.

Ciclul de dezvoltare, cu schimbarea generaţiilor, este prezentat detaliat la *Polypodium vulgare* (fig. 183).

Sistematica. Ferigile leptosporangiate sunt foarte numeroase, bogate în forme şi larg răspândite. Divizarea acestora se face după următoarele criterii principale: construcţia diferită a sporangilor şi poziţia acestora pe sporofile.

Cea mai utilizată clasificare este cea cu 10 ordine:

La ord 1-3, la sporangi lipseşte annulusul sau este dispus transversal.

Ordinele sunt următoarele: *Osmundales, Gleicheniales, Schizaeales, Hymenophyllales, Matoniales, Cyatheales* (incl. *Dicksoniales*), *Polypodiales, Pteridales, Aspidiales, Blechnales*.

3.1. Ordinul *OSMUNDALES*

Sporangii sunt grupaţi în sori şi nu posedă annulus. Deschiderea sporangilor şi eliberarea sporilor are loc la vârf printr-o grupă de celule îngroşate, care prin deshidratare plesnesc. Induziumul lipseşte. Protalurile sunt perene şi adesea trăiesc mai mulţi ani.

Familia *Osmundaceae*

Sporangii sunt dispuşi ori pe sporofile proprii ori pe anumite părţi ale trofofilelor (la *Osmunda regalis*). Structura sporangelui este intermediară între cel de la *Eusporangiatae* şi cel de *Leptosporangiatae*. În sporangi se formează numeroşi izospori (128-500). *Osmundaceae*- le au apărut în Carboniferul Superior şi sunt reprezentate prin puţine genuri actuale. ***Osmunda regalis*** (Ferigă) (fig. 183) se află în ţări din Europa, însă prezenţa acesteia în flora României este îndoielnică.

Alte genuri: ***Todea, Leptopteris*** ş.a.

3.2. Ordinul *GLEICHENIALES*

Sporangiile prezintă un annulus dispus transversal, deasupra mijlocului lor. Când se formează sori, aceştia sunt alcătuiţi din puţini sporangi, însă nu sunt protejaţi de induzium.

Reprezentanţii fosili sunt cunoscuţi din Carboniferul Superior. Speciile actuale sunt răspândite la tropice. Frunzele evantaiforme, pseudodichotomic ramificate, poartă muguri dorminzi în zona bifurcaţiilor.

Mai cunoscut este genul ***Platyzoma***, la care heterosporia este discutabilă.

3.3. Ordinul *SCHIZAEALES*

Sporangii sunt dispuşi hipofil pe marginea frunzei şi se deschid cu o crăpătură longitudinală, prin intermediul unui annulus, situat transversal, foarte aproape de vârf.

Reprezentanţii fosili sunt cerţi din Carboniferul Superior. Speciile actuale sunt, preponderent, tropicale. În sporangi sporii sunt relativ numeroşi (126-256), reniformi sau tetraedrici.

Ordinul încadrează familiile: *Schizaeaceae, Anemiaceae* şi *Lygodiaceae*.

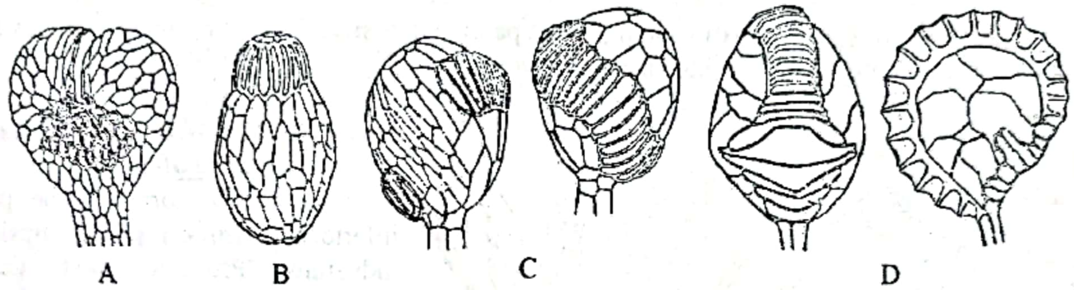


Fig. 183. *Leptosporangiatae*: Sporangii: A – *Osmunda regalis* cu stomium deschis; B – *Anemia caudata* (*Schizaeales*); C – *Hymenoplyllum dilatatum* (*Hymenophyllales*); D – *Dryopteris filix-mas* (*Aspidiales*): stomium cu vedere de sus şi vedere laterală (A, B- după Luerssen; C- după Bower; D- după Bresinsky, din Strasburger, 1999)

Familia *Schizaeaceae*

Familia încadrează genul ***Schizaea***, la care gametofitul este filamentos sau aplatizat, cu arhegonii şi anteridii foarte proeminente. Frunzele sunt erbacee, dichotomic ramificate.

Familia *Anemiaceae*

Familia încadrează genul ***Anemia***, la care frunzele sunt penate, cu perechea inferioară fertilă, purtătoare de sporangi.

Familia *Lygodiaceae*

Genul ***Lygodium*** prezintă frunze divizate, răsucite la vârf.

Următoarele trei ordine (4-6) prezintă annulus care se desfăşoară înclinat.

3.4. Ordinul *HYMENOPHYLLALES*

Sporangii, aproape sesili, sunt grupaţi în sori pe marginea frunzelor, de fiecare dată pe un receptacul alungit. Sunt protejaţi de un induzium în formă de cupă sau bifurcat. Frunzele, de cele mai multe ori, sunt subţiri, cu lamina dintr-un strat de celule, fără stomate.

Resturi fosile se cunosc din Triasic. Formele actuale, în număr de 650 specii, grupate în patru genuri, trăiesc în zone tropicale şi subtropicale umede, sudice.

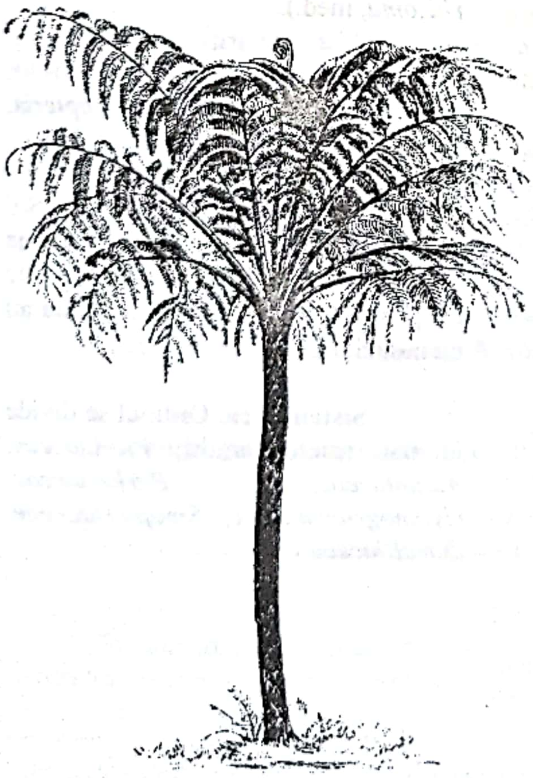


Fig. 184. *Pteridopsida, Cyatheales, Cyathea (Alsophila)crinita* – o ferigă arborescentă din Ceylon (după Schenck)

Genuri: ***Trichomanes***, cu circa 350 specii; ***Cardiomanes***, cu 1 specie în Nouă Zeelandă; ***Hymenophyllum***, cu circa 300 specii, cosmopolite; ***Serpyllopsis***, cu 1 specie în America de Sud.

3.5. Ordinul *MATONIALES*

Sporangii sunt sesili, grupați câte puțini în sori acoperiți de un induzium sub formă de scut. Speciile actuale, în număr de trei, se află în Arhipeleagul Malaez. Cele mai numeroase specii au trăit în Mezofitic.

3.6. Ordinul *CYATHEALES* (incl. *Dicksoniales*)

Sporangii sunt scurt pedunculați, grupați în sori pe marginea sau suprafața inferioară a frunzelor.

Au apărut în Jurasic. Speciile actuale sunt arborescente (→ 20 m înălțime) și trăiesc în pădurile de munte ale tropicelor și subtropicelor.

Genuri: ***Cyathea*** (fig. 184), ***Dicksonia*** ș.a.

La ordinele următoare (7-10) sporangii sunt pedunculați și se deschid printr-un annulus situat de-a lungul sporangelui și mai rar printr-un annulus vertical.

3.7. Ordinul *POLYPODIALES* s. str.

Familia *Polypodiaceae*

Sorii se formează pe partea inferioară a frunzei și sunt lipsiți de induzium. Frunzele sunt deseori simplu penate, uneori dimorfe.

Genul ***Polypodium*** (fig. 185-C) are peste 200 specii, cel mai adesea epifite, tropicale și subtropicale. În România se află ***P. vulgare*** (Feriguță, Iarbă dulce de munte). Frunzele, de un singur fel, sunt simplu-penat-sectate. Este frecventă prin păduri și stâncării umbroase, umede. Rizomul are utilizări medicinale (*Polypodii rhizoma*, med.).

Alte genuri: ***Drynaria*** (fig. 186-B), ***Platycerium*** (fig. 186-A), ***Cheilopleuria***, ***Chrystopteris***, ***Microsorium*** ș.a.

3.8. Ordinul *PTERIDALES*

Sorii sunt dispuși pe marginea segmentelor frunzelor, de mai multe ori penat-sectate, sunt prevăzuți sau nu cu induzium.

Sistematica. Ordinul se divide în mai multe familii: *Pteridaceae, Adiantaceae, Parkeriaceae, Gymnogrammaceae, Sinopteridaceae, Davalliaceae.*

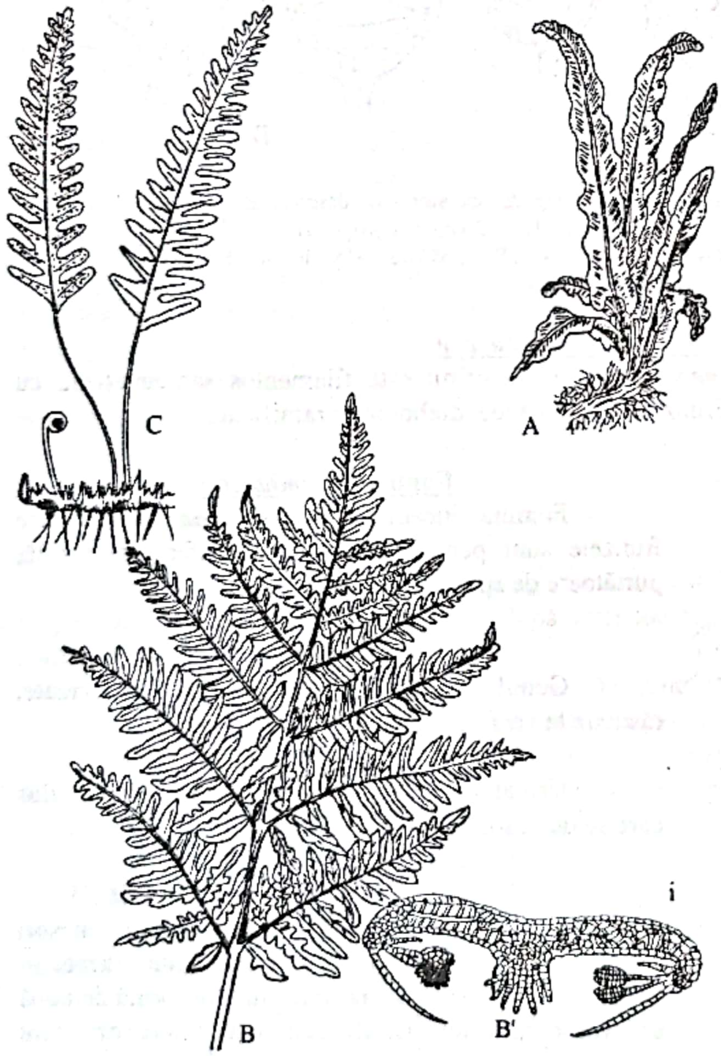


Fig. 185. *Leptosporangiatae, Polypodiaceae*: A – *Phyllitis scolopendrium*; B – *Pteridium aquilinium*; B' – Secțiune în sor cu sporangi acoperiți de induzium (i); C – *Polypodium vulgare*

Familia *Pteridaceae*[•]

Pteridium aquilinium (Feriga acvilă, Țolul lupului) (fig. 185 B, B'). Prezintă frunze de 2-4 ori penate, mari până la 2 m, care pornesc din rizomii târâtori. Rizomii se alungesc în fiecare an şi pot ajunge la 40 m lungime şi vârsta de 70 ani. În acest mod se explică larga răspândire a acestei ferigi, de regulă generală, în zonele de deal şi submontane, prin tufărişuri, luminişuri de pădure, pajişti. În zona Izvoarele-Pătule-Gogoşu (Mehedinți) se află pe nisipuri în liziere de salcâm, pătrunzând uneori şi în culturi. Între Burila Mică şi Burila Mare, pe dune, între bălți (M. Păun, Gh. Popescu ined.)

Sorii sunt dispuşi pe marginea segmentelor frunzelor şi sunt acoperiți, pe de o parte de marginea răsucită a segmentului şi pe de altă parte de induzium.

Genul ***Pteris*** cu circa 250 specii, larg răspândite, cu excepția zonelor reci.

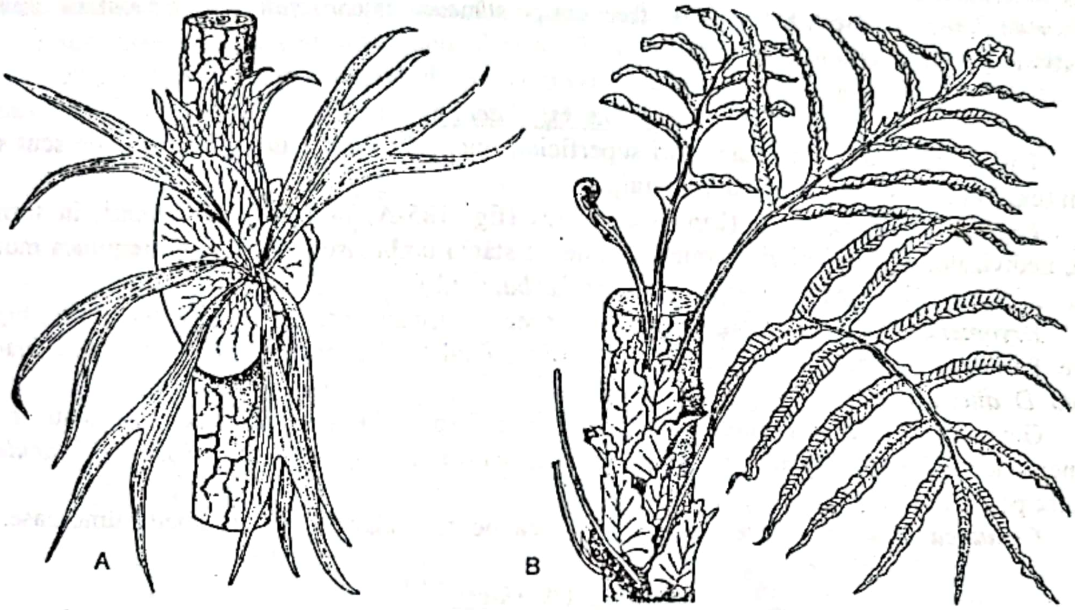


Fig. 186. Ferigi epifite cu dimorfism foliar (heterofilie): ferigi nişă (în care se adună humus) şi sporotrofofile; A – *Platycerium alcicornae*; B –*Drynaria quercifolia* (după Măgdefrau, din Strasburger, 1999)

Familia *Adiantaceae*

Încadrează genul ***Adiantum***, care se caracterizează prin nervația în evantai a frunzelor. Sorii sunt protejați de marginea răsucită a segmentelor. Induziumul lipseşte. Sporii sunt tetraedrici.

Familia *Parkeriaceae*

Familie cu un singur gen, ***Ceratopteris***, cu specii anuale, acvatice, natante sau submerse, cu frunze natante sterile şi frunze aeriene fertile. Sporangii sunt aproape sesili, sferici, neuniți în sori. Sporangii prezintă un annulus aşezat vertical. Sunt printre puținele ferigi terofite.

Familia *Sinopteridaceae*

Aici se încadrează două genuri: ***Notholaena*** şi ***Cheilanthes***, cu specii şi în flora României.

Familia *Gymnogrammaceae*

Un singur gen – ***Anogramma***, cu specii exotice anuale.

Familia *Davalliaceae*

Familia încadrează un singur gen - ***Davallia***.

3.9. Ordinul *ASPIDIALES*

Ferigile încadrate în acest ordin au sori superficiali, situați pe paretea inferioară a frunzei. Induzium prezent sau absent. Lamina frunzelor de 1-4 ori penată, rareori simplă sau lobată.

[•] Uneori încadrată la *Dennstaedtiaceae*, o familie sinonimizată în ultimul timp cu *Pteridaceae* (Emberger, 1960) sau la *Hypolepidaceae* (după Flora Europaea, 1962).

La acest ordin, cu mai multe familii, aparțin cele mai numeroase specii indigene.

Sistematica. Familiile principale din acest ordin sunt: *Thelypteridaceae, Aspleniaceae, Aspidiaceae* și *Athyriaceae.*

Familia *Thelypteridaceae*

Genul ***Thelypteris*** are sorii situați pe dosul segmentelor frunzelor. *Th. palustris* (feriga de baltă) se întâlnește în bălți, mlaștini din zăvoaie, aninișuri, în regiunea de câmpie.

Familia *Aspleniaceae*

Famlia încadrează genurile ***Asplenium*** și ***Ceterach***, la care sorii sunt situați lateral, pe nervurile terminale ale segmentelor frunzelor: *A. trichomanes, A. viride* (Feriguță, Ruginiță), *Ceterach officinarum* (Unghia ciutei). Se întâlnesc frecvent pe stâncării calcaroase din zone montane umbrite și respectiv însorite (*Ceterach*).

Familia *Aspidiaceae*

Toți reprezentanții formează sori superficiali, induziați. Induziumul are formă de scut sau de rinichi (ex. *Dryopteris*). Sporii sunt bilaterali.

Phyllitis scolopendrium (Limba cerbului) (fig. 185-A) prezintă frunze mari, în formă de limbă, nedivizate, cu sori liniari, paraleli. Crește pe stânci umbroase și umede din regiunea montană. Are și utilizări medicinale (*Scolopendrii folium, herba*, med.).

Dryopteris filix-mas (Ferigă) (fig. 182) prezintă frunze mari, de tip trofosporofile, bipenat-sectate. Pe dosul segmentelor se află sori reniformi induziați. Este frecventă în păduri de foioase. *D. cristata, D. dilatata* ș.a.

Genul ***Polystichum*** se caracterizează prin trofosporofile simplu sau dublu-penate, cu sori brun-negricioși, cu induzium peltat, ce acoperă sorii ca o umbrelă. *P. lonchitis* (Șarpe), *P. aculeatum* ș.a. cresc pe stânci în regiunea montană.

Gymnocarpium dryopteris crește în regiunea montană înaltă, în locuri umede, umbroase.

Familia *Athyriaceae*

Athyrium filix-femina (Feriga femeii, Spinarea lupului). Este o ferigă robustă, cu frunze de 2-3 ori penat-sectate cu sori alungiți, induziați. Se întâlnește în păduri, aninișuri, din regiunea montană și subalpină.

Matteuccia struthiopteris (Spata dracului) (uneori încadrată la familia anterioară) prezintă frunze de două feluri: trofofile mari, verzi intens, dublu penat-divizate; sporofile simplu penat-sectate. Se întâlnește în aninișuri montane, deseori abundentă.

3.10. Ordinul *BLECHNALES*

Singurul reprezentant, ***Blechnum spicant*** (Scărița muntelui), prezintă frunze de două feluri: sporofile simplu-sectate, de culoare brun-închisă, dispuse într-o rozetă în mijloc; trofofilele verzi, tot simplu penat-sectate, înconjoară sporofilele. Sorii sunt dispuși pe toată lungimea segmentelor fertile înguste.

5.4. Treapta de dezvoltare: *HYDROPTERIDALES* (= *SALVINIIDAE*)

– Ferigi de apă

Acestea sunt ferigi adaptate în mod secundar mediului acvatic de viață. Ele sunt total deosebite morfologic față de cele terestre. La noi sunt puține astfel de specii care trăiesc în apă sau în mlaștini. Toate sunt heterospore, fapt pentru care formează o treaptă deosebită de dezvoltare.

Megasporangii și microsporangii au pereții subțiri, nu prezintă nici un fel de annulus și stau închiși în rezervoare speciale, care se află în apă, la baza frunzelor.

Meiosporii sunt înconjurați de formațiuni perisporale specifice, care rezultă din tapetumul plasmodial.

Sistematica. Ferigile de apă cuprind doar două ordine: *Salviniales* și *Marsileales*, cu circa 100 specii.

4.1. Ordinul *SALVINIALES*

Ordinul încadrează două familii: *Salviniaceae* și *Azollaceae*.

Familia *Salviniaceae*

Familia are un singur gen, ***Salvinia***, cu 13 specii, cele mai numeroase tropicale. În România crește ***S. natans*** (Peștișoară) (fig. 187). Este o ferigă mică, plutitoare la suprafața apelor stagnante sau lin curgătoare, din regiunea de câmpie. În Oltenia a fost identificată în sudul județelor Mehedinți, Dolj și Olt. Prezintă o tulpină subțire, filiformă, lungă de până la 20 cm, pe care, la noduri, se află verticile de câte trei frunze.

Frunzele natante sunt opuse câte două, de formă ovală. La plutire le ajută spațiile mari intercelulare pline cu aer. Cea de a treia frunză este submersă, divizată în numeroase firișoare, acoperite cu peri ca niște filamente, care atârnă în apă. Aceste firișoare preiau funcția rădăcinilor, care lipsesc. Fenomenul poartă numele de heterofilie.

La baza frunzelor, în apă, se află mai multe rezervoare cu sporangi sferici. În unele rezervoare se află microsporangi (mai mulți și ceva mai mici), iar în alții, megasporangii, mai mari și mai puțini. Sporangii sunt prevăzuți cu câte un peduncul și se formează pe o placentă în formă de coloană. Învelișul care înconjoară fiecare rezervor de sporangi este interpretat ca un induzium cu două straturi. În urma meiozei, în micro- și megasporangi iau naștere meiosporii.

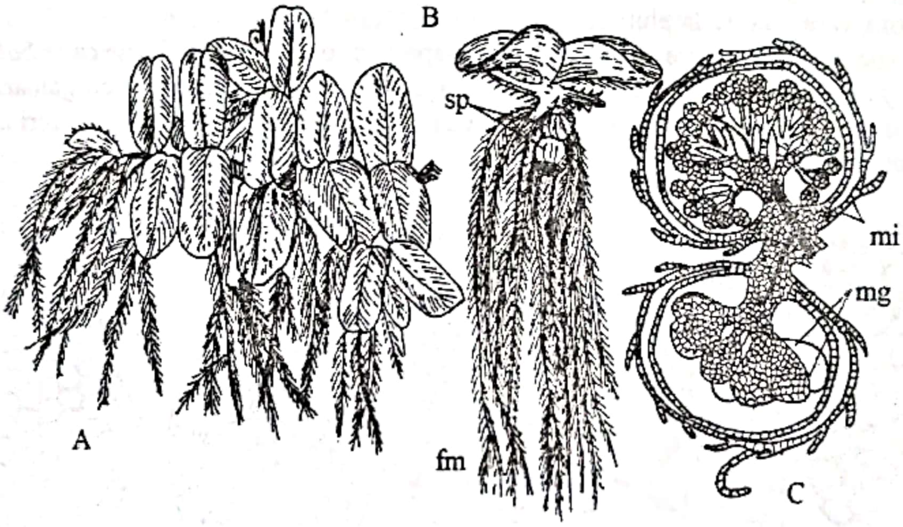


Fig. 187. *Hydropteridales, Salviniaceae, Salvinia natans*: A – aspectul general al plantei; B – un verticil alcătuit din două frunze natante și a treia submersă, transformată în rădăcini (fr - frunză metamorfozată; sp – sporocarpi); C – un sporocarp masculin cu microsporangi (mi) și unul feminin cu megasporangi (mg) (după Brischoff și Lürssen, din Grințescu)

Microsporangii au peretele unistratificat, subțire și conțin 64 de microspori, formați în tetrade. Aceștia se află într-o substanță intermediară spumoasă.

Din microspori, în urma germinării, se formează câte un protal masculin, în formă de tub scurt, din puține celule. Pe el se formează numai două anteridii. În fiecare anteridie iau naștere câte 4 spermatozoizi: mai întâi două celule spermatogene, care se transformă în patru spermatide și acestea în spermatotoizi. Spermatozoizii, prin spargerea peretelui, ajung afară. Protalul masculuin este, deci, foarte simplificat și se formează în interiorul microsporangelui, care nu se deschide, ci peretele acestuia este străpuns de către protaluri în dezvoltarea lor, ca la formarea tuburilor de polen.

Megasporangii sunt mai mari decât microsporangii și prezintă, de asemenea, un perete unistratificat. În ei se formează câte un megaspor, pe seama celorlalți 31 (din totalul de 32 rezultați din opt celule mame ale megasporilor). Megasporul este umplut cu grăunciori de proteină, amidon și picături de grăsime. La vârful lui se află plasma, mai deschisă la culoare, și nucleul. La exteriorul megasporului se află un înveliș gros, spumos, numit perispor. Megasporul rămâne în megasporange, se desprinde împreună cu acesta de pe planta mamă și plutește la suprafața apei.

Megasporul, prin germinare, dă naștere la un protal feminin, cu celule mici în vârf și o celulă mare, care se află în spate. Aceasta este bogată în substanțe de rezervă și servește la hrănirea protalului. Peretele megasporului și al megasporangelui crapă cu trei valve ca niște limbulițe și protalul iese parțial în afară, sub forma unei lame mici, dorsiventrale. Protalul conține cloroplaste, dar încă depinde ca nutriție de celula mare, din spate. Pe megaprotal se formează câteva arhegonii, dar numai oosfera unuia se contopește cu un spermatozoid și formează zigotul. Dacă nici un arhegon nu este fertilizat atunci se formează altele.

Din zigot, cu care începe sporofitul, se formează embrionul, care, cu haustorul său, stă în burta arhegoniului. Din embrion ia naştere apoi feriga propriu-zisă.

Familia *Azollaceae*

Familia cuprinde un singur gen, ***Azolla*** (fig. 188), cu specii preponderent tropicale. Sunt ferigi cu tulpină mică, din care pornesc rădăcini lungi. Pe tulpină se află frunze mici, apropiate una de alta şi aranjate pe două rânduri. Fiecare frunză este împărţită în doi lobi, dintre care, cel de deasupra pluteşte pe apă şi asimilează, iar cel de jos se afundă în apă şi serveşte la absorbţie.

Lobii de jos ai frunzelor sunt transformaţi în rezervoare de sporangi, care sunt înfăşuraţi de o excrescenţă a lobilor. În cavităţile lobului de deasupra trăieşte ca simbiont alga albastră-verzuie *Anabaena azollae*, care fixează azotul atmosferic. Datorită acestei particularităţi simbiontice, *Azolla* este utilizată ca îngrăşământ vegetal în câmpurile de orez.

În microsporangi se formează 64 de microspori, care sunt ţinuţi împreună câte 4-8 în pachete rotunde numite massule. Fiecare massulă prezintă la suprafaţă nişte cârlige numite glochidii, care servesc la ancorarea microsporilor de megaspori.

În megasporange se formează un singur megaspor, înconjurat de un perispor papilos şi 3-9 corpuri ajutătoare, care servesc la plutire.

După o perioadă de plutire pasivă în apă, din spori se formează protalurile ca la *Salvinia*.

Azolla filiculoides se întâlneşte la suprafaţa apelor stagnante sau lin curgătoare, cărora le imprimă o culoare cărămizie. Este o specie adventivă nord-americană, frecventă şi uneori abundentă în Europa şi în România.

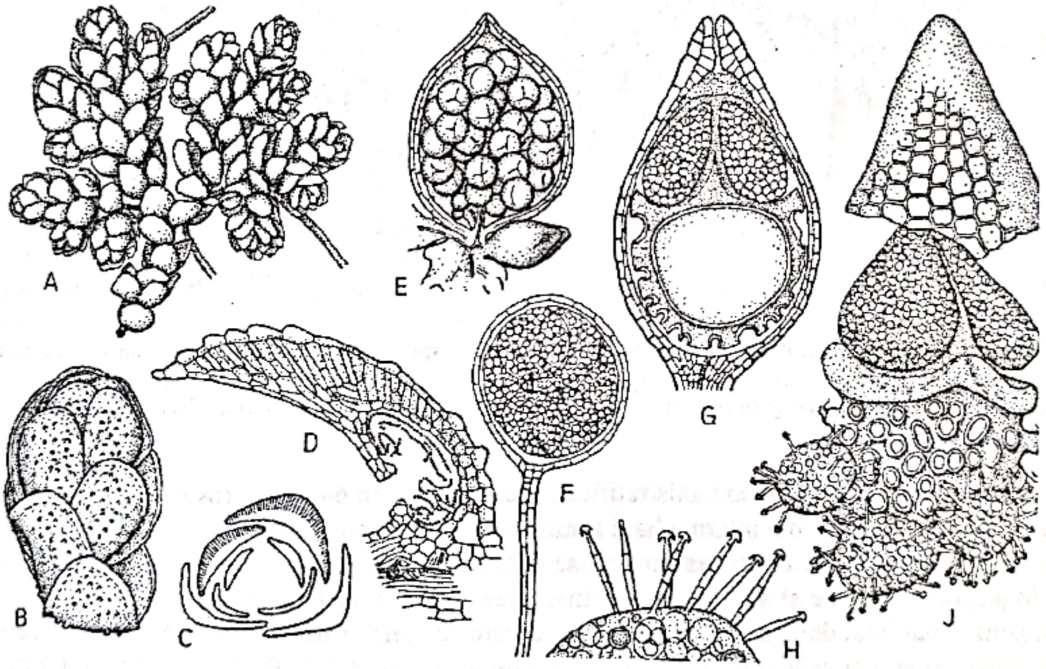


Fig. 188. *Hydropteridales, Salviniales, Azolla* (*A. caroliniana* şi *A. filiculoides*); A – Planta văzută de sus ; B – vârful tulpinii, de sus; C – aceeaşi în secţiune transversală; D – secţiune longitudinală prin lobul superior al unei frunze (în cavitate cu cianobacteria *Anabaena azollae*); E – microsporangiu; G – megasporangiu închis de jur împrejur de induzium, conţinând megaspor cu corpuri de plutire; H – partea unei massule cu glochidii; J – megaspor scos din jumătatea de sus a induziumului pentru a face vizibile corpurile de plutire; de epispor sunt fixate 3 massule cu ajutorul glochidiilor lor (A, D-J – după Strasburger; B, C – după Goebel, din Strasburger, 1999)

4.2. Ordinul *MARSILEALES*

Familia *Marsileaceae*

Această familie încadrează 3 genuri şi 75 de specii care trăiesc în mlaştini: ***Pilularia*** cu 6 specii răspândite în Europa, America şi Australia; ***Marsilea***, cu 65 specii cosmopolite, dar răspândite mai ales intertropical. În România se află 1 specie: *M. quadrifolia*, care în Germania a dispărut (A. Bresinsky, in Strasburger, 1999); ***Regnellidium*** cu 1 specie braziliană, intermediară între primele două.

Marsilea quadrifolia (Feriga trifoi, Trifoiaşul bălţilor) (fig. 189) prezintă un rizom repent, ramificat, care creşte în nămolul bălţilor, de care se fixează cu numeroase radăcini adventive. De pe rizom pornesc şi frunze circinate, lung peţiolate, iar la suprafaţă apei se află 4 foliole natante. Acestea sunt grupate câte două, în perechi, care stau foarte aproape. La aceste frunze penate apar mişcări nictistatice (de somn şi de veghe), care nu se observă la alte ferigi. La baza peţiolurilor se află rezervoarele de sporangi de formă ovală, pedunculate. În opoziţie cu *Salviniales*, la *Marsileales* învelişul fiecărui rezervor corespunde unei părţi din frunza asimilatoare, care prin îndoire, spre faţa superioară, acoperă sorii. Din această cauză, aceste rezervoare de sori de la *Marsileales* se numesc sporocarpi.

Sorii sunt alcătuiţi dintr-un megasporange sau numeroşi microsporangi. Ei sunt dispuşi în rânduri şi separaţi în camere distincte. Prin umflarea unui inel de gelatină care traversează sporocarpul, săculeţele cu sori sunt trase spre în afară. Din sporangi se eliberează heterosporii: microsporii şi megasporii. Din germinarea acestora se formează protalele dioice.

Micoprotalul, care rămâne în microspor, conţine două anteridii, care formează puţini spermatozoizi în formă de tubuşoare.

Megaprotalul, care rămâne în megaspor, dezvoltă un singur arhegon.

Genul ***Pilularia***, cu specia ***P. globulifera***, se deosebeşte de *Marsilea* prin frunzele sale simple, liniare, la baza cărora se formează sporocarpii sferici, la baza unei trofofile. Sporocarpiile conţin 4 cavităţi cu sori.

Frunzele ambelor genuri sunt, ca şi la cele mai multe ferigi, în tinereţe răsucite ca o cârjă (circinate) şi au o creştere acroplastă (prin celule de vârf).

Fosile de *Hydropteridales* au fost descoperite astfel: începând cu Cretacicul Inferior – ***Azolla***; în Cretacicul Superior – ***Salvinia***; ***Pilularia*** începând cu Miocenul. În America de Nord ***Salvinia*** a dispărut încă din Miocen.

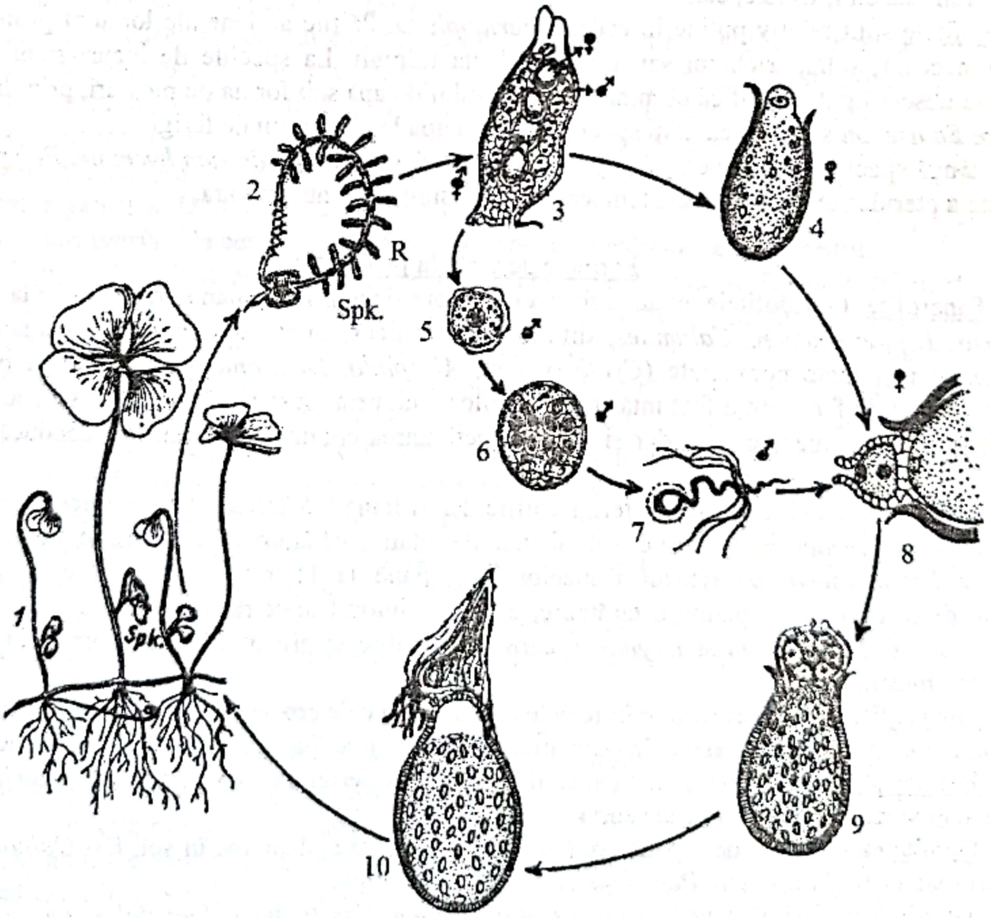


Fig. 189. Ciclul de dezvoltare la *Marsilea quadrifolia*: 1 – sporofit cu sporocarpi; 2 – sporocarp crăpat, cu mediu gelatinos pe care se prind sori mixti; 3 – sor cu microsporangi şi megasporangi; 4 – megaspor germinând în megaprotal cu arhegonium; 5 – microspor care prin germinare a dat naştere la microprotal cu anteridii; 7 – spermatozoid; 8 – fertilizarea: 9, 10 – zigotul în primele faze de germinaţie în arhegoniu, pe megaprotal, care duce la formarea plantei; R! – meioza; 1-2; 9-10 – sporofit (S_{2n}); 3-8 gametofit (G_n) (după Soó)

RĂSPÂNDIREA ŞI MEDIILE DE VIAȚĂ ALE PTERIDOFITELOR

Pteridofitele sunt răspândite în toate zonele climatice. Totuşi, mărimea lor cea mai importantă (ca forme arborescente) şi ca număr de specii, *Lycopodiopsida* şi *Pteridopsida* o realizează numai la tropice.

Ca şi briofitele, ele preferă locurile stabile mai umede. Ca specii izolate câştigă teren şi în ţinuturi uscate (de ex. *Pteridium* pe sol nisipos; *Ceterach* pe stânci calcaroase). Locurile stabile sărate (sărături) sunt evitate de pteridofite, cu excepţia lui *Acrostichum aureum*, care ocupă smârcurile de mangrove din toate ţinuturile tropicale.

Pteridofitele, în adaptarea lor la variatele condiţii de viaţă de pe uscat, au aceleaşi forme de viaţă (bioforme) ca şi spermatofitele. În ceea ce priveşte aprovizionarea lor cu apă, ele ocupă o poziţie intermediară între briofite şi spermatofite. Protalurile pteridofitelor sunt, faţă de umiditate, la fel de vulnerabile ca şi protonemele briofitelor.

Pteridofitele adulte, în majoritatea lor, sunt homeohidrice, adică independente de umiditatea sau apa din mediul exterior. Prin diferite mecanisme asigură menţinerea apei în corpul lor, cum sunt: vacuole mari în celule, cuticulă pe epiderma organelor externe care împiedică transpiraţia abundentă, un sistem dezvoltat de rădăcini pentru absorbţia apei şi un mecanism care reglează pierderile de apă în transpiraţie prin stomate. Plante homeohidre sunt pteridofitele şi spermatofitele, care prezintă o independenţă, pentru un timp mai lung sau mai scurt, faţă de variaţiile de umiditate din mediul exterior. În contrast cu acestea, briofitele şi talofitele sunt poikilohidre, adică dependente de apa din mediul înconjurător, dar unele pot suporta uscăciunea un timp mai îndelungat. Între pteridofite sunt şi specii poikilohidre ca *Selaginella, Ceterach, Notholaena* şi *Cheilanthes*, la care după mai multe luni de uscăciune, prin preluarea apei de precipitaţii reînvie frunzele lor veşnic verzi. Unele ferigi dispun de mecanisme de preluare a apei din vaporii din atmosferă şi înmagazinarea acesteia în ţesuturi specializate din rădăcini, frunze, etc.

Xerofitele sunt relativ puţine în cadrul *Pteridophyta*. Părţile aeriene ale lor sunt protejate de insolaţie prin ceară, solzi, trichomi sau prin suculenţa tulpinii. La speciile de locuri stabil umede (higrofite) se observă gutaţia, adică eliminarea surplusului de apă sub formă de picături, prin dinţişorii frunzelor de *Equisetum* sau prin cavităţi specifice pentru apă la alte specii de ferigi.

Pe lângă speciile veşnic verzi de *Lycopodium*, *Selaginella, Equisetum hyemale*, *Polypodium*, o mare parte a pteridofitelor din zonele temperate şi reci sunt verzi numai vara.

Formele de viaţă la pteridofite

1. Fanerofite. Pteridofitele au atins forma de arbore deja în Devonian şi Carbonifer la speciile de *Sigillaria, Lepidodendron, Calamites*, diferite Primofilices, unele eusporangiate actuale ca la *Megaphyton*, dar şi leptosporangiate (*Cyathea*, incl. *Alsophila, Dicksonia* ş.a.). Condiţia pentru a ajunge la bioforma de fanerofit a fost întărirea tulpinilor (atât prin creşterea în grosime secundară prin cambiu cât şi prin alte mecanisme), dar şi prin perfecţionarea continuă a ţesuturilor conducătoare şi mecanice.

Între fanerofite se încadrează şi ferigi epifite dar şi liane (căţărătoare) care trăiesc în pădurile tropicale: *Gleicheniaceae*- le tropicale sub formă de plante căţărătoare cu cârlige de susţinere; *Lygodium* şi *Salpichlaena*, cu rahisul frunzelor lung până la 15 m; specii izolate ale genului *Polypodium* de la tropice, ca plante căţărătoare, care cu ajutorul unor rădăcini scurte se fixează de trunchiul arborilor; *Platycerium* şi *Drynaria*, care sunt epifite şi prezintă frunze cornet, în care se acumulează humusul.

2. Chamaefite sunt intermediare între cele lemnoase şi cele erbacee. De exemplu, *Lycopodium*, la care protalurile sunt perene, masive, în parte micotrofe; *Selaginella* cu protaluri parţial neautonome.

3. Hemicriptofite sunt majoritatea speciilor perene de ferigi cu rizomi. Ex. *Dryopteris* la care protalurile sunt verzi autotrofe cu viaţă scurtă.

4. Geofite cu organele de regenerare (rizomii) la oarecare adâncime în sol. Ex. *Ophioglossum* cu protaluri micotrofe; *Equisetum, Pteridium* cu protaluri autotrofe.

5. Terofite sunt ferigile anuale, ca de ex. *Anogramma*, *Ceratopteris* (*Pteridales*) ş.a.

Referitor la nutriţie, pteridofitele (şi briofitele) nu au trecut la modul de viaţă heterotrof parazitic, cu excepţia protalurilor unor specii şi exclusiv micotrofe (*Ophioglossum simlex*).

Puţini reprezentanţi ai plantelor-ferigi au revenit la mediul de viaţă acvatic (hidrofite), cum ar fi *Salvinia, Azolla*, ca plante natante sau *Ceratopteris* (*Parkeriaceae, Pteridales*) natantă sau submersă sau chiar pe sol umed.

Speciile frecvent cultivate în acvarii *Bolbitis heudelotii* şi *Microsorium pteropus* formează submers numai frunze sterile, în timp ce sorii se formează pe frunzele aeriene, fertile.

Speciile genului *Isoëtes* (*Lycopodiopsida*) sunt terestre (pe soluri periodic umede) sau mai mult sau mai puţin acvatice (scufundate uneori în lacuri la adâncimea de 1-3 m).

Pteridofitele intră în concurenţă cu indivizi din aceleaşi forme de viaţă în ecosistemele în care se află. Astfel, pteridofitele arbori concurează pentru factorii de vegetaţie cu gimnosperme, palmieri sau dicotiledonate arborescente; protalurile ferigilor cu plante-muşchi şi licheni; *Equisetum* cu ciperacee şi juncacee; *Salvinia* cu specii de *Lemna* (Lintiţa), *Azolla* ş.a.

Unele specii de pteridofite au capacitate competitivă foarte mare şi în condiţii favorabile formează sociaţii, ca de exemplu: *Pteridium aquilinium* la marginile pădurilor; *Equisetum limosum* în crovuri, marginea bălţilor, sau alte specii de *Equisetum* ca *E. palustris*, *E. fluviatile* etc.

Multe specii au areale largi, continue, cum ar fi *Lycopodium clavatum* sau *Pteridium aquilinum* (uneori sub formă de plantă căţărătoare până la 5 m lungime). Altele îşi lărgesc arealul prin intermediul păsărilor acvatice, activităţi umane etc. (*Azolla*), altele îşi restrâg arealul (*Salvinia natans*, *Marsilea quadrifolia* ş.a.). Sunt şi numeroase specii cu areale restrânse, disjuncte sau endemite, sau chiar relicte glaciare (*Dryopteris cristata* ş.a.)

RETROSPECTIVĂ ASUPRA PTERIDOFITELOR

Pteridofitele reprezintă primele plante vasculare. Ele au rezultat dintr-o grupă de strămoşi comuni cu briofitele şi anume ca o ramură paralelă. Ca strămoşi pentru cele două grupe de plante terestre trebuie luate în considerare clorofitele, ca primele grupe de alge care au început să cucerească uscatul.

Briofitele, începând din Carbonifer (350 mil. ani) nu au mai evoluat, pe când pteridofitele abia de atunci au început să-şi ia avânt (fig. 190).

Briofitele cucereau uscatul cu gametofitul haploid şi în răspândirea lor rămâneau, limitate la nişte nişe ecologice specifice, înguste. În opoziţie cu acestea, pteridofitele şi apoi spermatofitele, au ocupat uscatul cu sporofitul lor diploid. Potenţialul adaptativ şi evolutiv al plantelor la care ciclul de viaţă era predominat de sporofit, se baza, în principal, pe stabilitatea lor genetică pe care o oferă garnitura dublă de cromozomi a celulelor somatice (redundanţa genetică), dar şi rata mărită de recombinare genetică. De asemenea, trebuie evidenţiate şi o serie de mecanisme de protecţie pentru gametofiţii lor, sensibili la condiţiile mult mai exigente ale mediului aerian terestru.

Sporofitul diploid al pteridofitelor este puternic dezvoltat şi felurit conformat. În cursul dezvoltării filogenetice, la aceste plante au apărut unele inovaţii histologice, precum fasciculele vasculare şi epiderma cu stomatele, sau invenţii biochimice, cum sunt lignina şi cutina. Vasele de xilem au fost întărite prin lignificare cu substanţa lignină, întâlnită numai pe plantele vasculare. Datorită lignificării, vasele lemnoase au început să joace un rol tot mai mare în portanţa plantei. De asemenea, s-au perfecţionat continuu şi vasele floematice pentru conducerea sevei elaborate. Alte întocmiri histologice pentru economisirea apei şi lupta impotriva insolaţiei au fost epiderma cutinizată şi stomatele. Tulpina, datorită epidermei cutinizate, creşte în sus, într-un spaţiu mai uscat şi cu lumină multă. Pe ea se formează frunzele care pot realiza fotosinteza. Şi formarea de rădăcini autentice a avut rol adaptativ la mediul aerian terestru.

Deci, sporofitul pteridofitelor şi spermatofitelor nu este dependent de gametofit pentru aprovizionarea cu substanţe nutritive, ca la briofite. Acest lucru ar frâna creşterea în înălţime a sporofitului

La pteridofitele cele mai numeroase, creşterea în lungime are loc printr-o celulă iniţială. La unii reprezentanţi dintre *Lycopodiopsida* şi la ferigile eusporangiate, creşterea în lungime are loc, în parte, prin grupe de celule iniţiale. La *Rhynia* s-a aflat, de asemenea, acest caracter derivat, de creştere în lungime, prin grupe de celule iniţiale.

Pteridofitele sunt criptogame vasculare. Ele se înmulţesc prin spori. La ferigile primordiale sporii sunt egali (izosporie), iar la cele superioare a survenit o diferenţiere în microspori şi megaspori. Apariţia heterosporiei, în diferitele clase de *Pteridophyta*, a avut loc independent la unele sau altele: *Selaginellales* (dintre *Lycopodiopsida*); *Calamitales* şi *Sphaenophyllales* (dintre *Equisetopsida*) şi la unele ordine evoluate de *Pteropsida* (*Hydropteridales*). Legat de heterosporie este împărţirea sarcinilor între protalurile masculine mici şi cele feminine mai mari. La unele *Lepidodendrales* (ex. *Lepidostrobus major*) independent de spermatofite s-a ajuns la heterosporia extremă, între microsporofile şi megasporofilele, până la treapta organizării ovulului şi chiar a seminţei primitive.

Gametofitul haploid al pteridofitelor este redus, mic, taloidic şi poartă numele de protal. La formele primitive (ex. *Psilotum*) acesta este masiv, de lungă durată şi vascularizat (prevăzut cu traheide), iar la cele superioare este mic, taloidic, de scurtă durată şi nevascularizat. Protalurile îşi încheie dezvoltarea lor timpurie cu formarea gametangilor (anteridii şi arhegonii), care, deseori , sunt construite mai simplu decât la briofite. Ca o regulă generală, gametangii mari, pluricelulari, mai complicat construiţi, sunt consideraţi mai primitivi decât cei mai mici, cu mai puţine celule, dar eficienţi în realizarea funcţiilor lor. Astfel, dacă la arhegoniul de la briofite celulele gâtului sunt numeroase (de la 4 până la 20-30), la pteridofite s-a ajuns la o singură celulă a gâtului arhegoniului. La *Anthocerotopsida* (*Bryophyta*) celula epidermală a protalului care dă naştere la arhegoniu nu mai furnizează nici o celulă pentru tulpiniţă (altfel decât la *Marchantiopsida* şi *Bryopsida*). Aceasta se împarte direct într-o celulă axială şi trei celule de înveliş. La pteridofite celulele de înveliş nu se mai formează. Anteridiile şi arhegoniile la *Bryopsida* şi *Marchantiopsida* se formează exogen şi liber şi mai târziu sunt învelite de ţesutul gametofitului. La *Anthocerotopsida* şi *Pteridophyta* anteridiile şi arhegoniile sunt de la început împlântate în ţesutul gametofitului (protalului).

Aşezarea embrionului este, de cele mai multe ori, endoscopică, adică vârful acestuia nu este spre gâtul arhegoniului, ci întors spre partea opusă. Astfel se află la *Selaginella, Lycopodium, Leptosporangiatae*. Mai rar embrionul poate fi exoscopic, adică orientat spre gâtul arhegoniului (la *Eusporangiatae* (cu excepţia *Marattiales*), la *Psilotum, Isoëtes, Equisetum.*

Din punct de vedere geologic, *Psilophytopsida, Lycopodiopsida* şi *Equisetopsida* au avut dezvoltarea cea mai mare în Proterofitic (Cambrian şi Silurian) mai înainte de apariţia briofitelor, atât ca număr de specii cât şi ca număr de specimene, dând naştere la formaţiuni vegetale caracteristice. *Pteridopsida* erau încă din Mezofitic puternic dezvoltate şi reprezentate prin forme variate. Ele s-au menţinut până în prezent într-o proporţie mai mare de genuri şi specii decât *Lycopodiopsida* şi *Equisetopsida*.

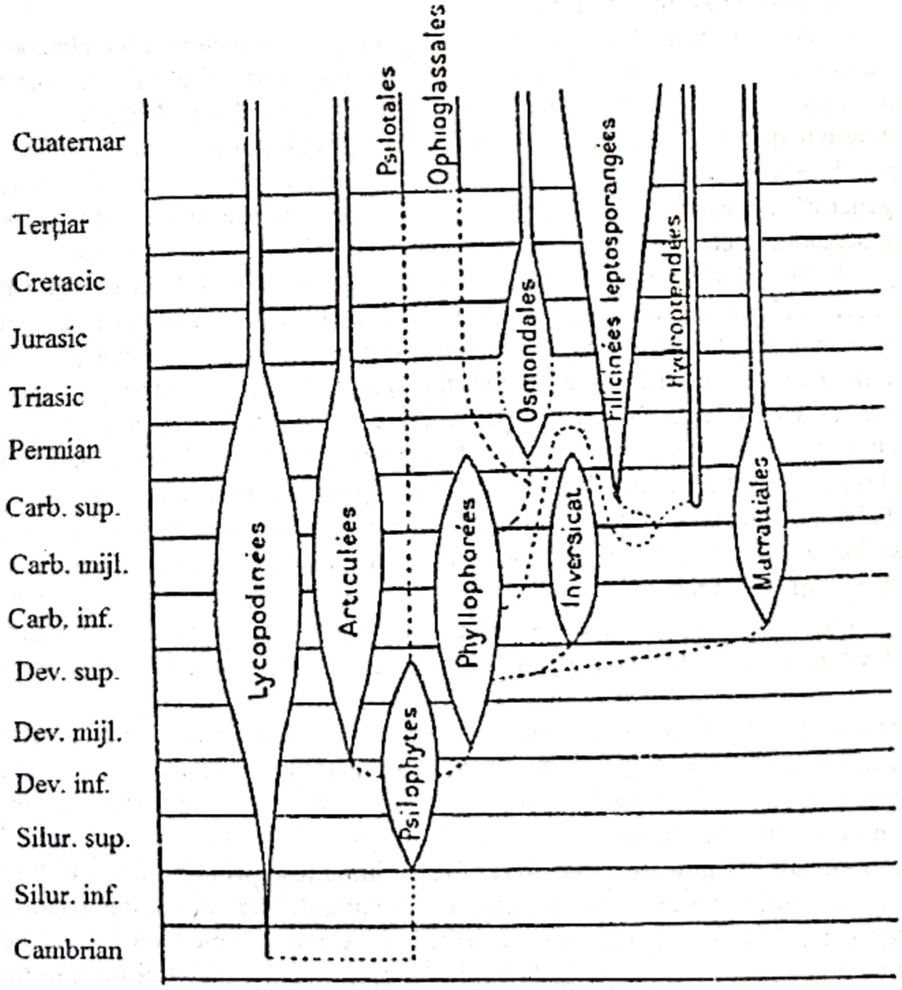

Cuaternar
Terţiar
Cretacic
Jurasic
Triasic
Permian
Carb. sup.
Carb. mijl.
Carb. inf.
Dev. sup.
Dev. mijl.
Dev. inf.
Silur. sup.
Silur. inf.
Cambrian
Lycopodinées
Articulées
Psilotales
Ophioglassales
Psilophytes
Phyllophorées
Osmondales
Inversicat
Filicinées leptosporangées
Hydropterides
Marattiales

Fig. 190. Relaţiile filogenetice între grupele *Pteridophyta* (Criptogame vasculare) (după Emberger)

Importanţa pteridofitelor

Cele mai numeroase frigi actuale dintre *Polypodiales, Pteridales, Aspidiales* au valoare ornamentală ca plante de sere, apartament sau de grădini, putând fi uşor cultivate. Frunzele de la cele mai multe ferigi se folosesc pentru ornarea buchetelor de flori.

Unele specii de *Equisetum*, datorită conţinutului ridicat în siliciu al tulpinii, care o face să fie aspră, se folosesc la lustruirea metalului şi a lemnului. Tulpinile sterile conţin uleiuri volatile, săruri de siliciu, saponozide şi sunt utilizate în afecţiuni renale şi reumatismale cu efecte benefice asupra circulaţiei sanguine.

Din rizomul de *Pteridium* se prepară un clei utilizat în industria lemnului. Rizomul poate fi consumat numai de porci. Are proprietăţi tanante şi în parte vermifuge.

Partea aeriană de la *Huperzia sellago*, cu mare precauţie, poate fi utilizată sub formă de infuzie împotriva alcoolismului şi tabagismului cronic.

Rizomii unor specii spontane de *Polypodium sp., Dryopteris sp.* se utilizează în farmacie ca vermifug, pentru combaterea viermilor intestinali (ca de ex. tenia, limbricul ş.a.).

Pteridofitele fosile arborescente (*Sigillaria, Lepidodendron, Calamites* ş.a.) au contribuit la formarea rezervelor de huilă ale Terrei.

3. Încrengătura SPERMATOPHYTA - Plante cu seminţe

A. CONSIDERAŢII GENERALE

La spermatofite, ca şi la celelalte plante terestre (briofite şi pteridofite), se întâlneşte o schimbare de generaţii heteromorfe, cu G_n si S_{2n}, precum şi o schimbare a fazei nucleului corespunzătoare, cu o haplofază şi respectiv diplofază.

La reprezentanţii primordiali ai spermatofitelor, pe gametofitul ♀ sunt încă recognoscibile arhegoniile tipic construite, în timp ce pe gametofitul ♂ anteridiile sunt puternic reduse, nerecognoscibile.

Ca şi la pteridofitele actuale, sporofitul lor este împărtit în rădăcină, părţile care au purtat şi poartă frunze, şi deci se încadrează în grupul mare Cormobionta.

Prin dezvoltarea din zigot a embrionului, spermatofitele se încadrează la Embriofite alături de pteridofite şi briofite.

Schimbarea generaţiilor dar şi a fazei nucleului la spermatofite a fost demonstrată abia în anul 1851 de Wilhelm Hofmeister, făcându-se astfel legatura cu celelalte plante terestre: pteridofitele şi briofitele (fig. 191).

Ca şi la pteridofitele evoluate heterospore şi la spermatofite se formează, în urma meiozei, microspori (granule de polen mononucleate) şi respectiv megaspori[*] (celule haploide din care ia naştere endospermul primar şi respectiv sacul embrionar).

Dezvoltarea regresivă, a gametofiţilor masculini şi feminini (respectiv protalurile pluricelulare) şi a gametangilor, a atins punctul maxim la angiosperme (spermatofitele cele mai evoluate), când celulele vegetative şi generative formatoare de gameţi, sunt hrănite de sporofit.

Esenţial este faptul că, megasporul la maturare, nu mai paräseşte megasporangele (nucela ovulului) şi cu aceasta planta mamă (sporofitul). În acest mod gametofitul ♀ (sacul embrionar) cu gametul feminin (oosfera) se formează parţial în arhegonii (la gimnosperme), sau direct în sacul embrionar, hrănit de planta mamă, la angiosperme.

Microsporii (grăunciorii de polen primari cu un nucleu) ajung la maturare în microsporangi (sacii polinici). Nucleul microsporilor se divide mitotic şi se formeaza gametofitul ♂ din câteva celule (la gimnosperme) şi redus la o celulă vegetativă (la angiosperme), pe care ia naştere celula generativă. Acesta este grăunciorul de polen matur, care, prin polenizare, ajunge la gametofitul ♀ cu oosferă (sacul embrionar) din nucela ovulului. Se formează un tub polinic, în care din celula generativă, iau naştere două celule neflagelate numite spermatii. Urmează fertilizarea, formarea zigotului şi apoi, dezvoltarea acestuia în embrion. În jurul embrionului se află ţesutul nutritiv ca endosperm primar haploid (preexistent fertilizării) la gimnosperme şi respectiv endospermul secundar triploid la angiosperme, ca rezultat al dublei fecundaţii. Concomitent, din învelişul ovulului, se formează tegumentul (coaja) seminţei. Astfel, ovulul, ca organ calitativ nou al spermatofitelor, se transformă în sâmânță. Având în comun sămânța, gimnospermele și angiospermele au fost grupate împreună în încreng. *Spermatophyta,* deși în alte sisteme de clasificare acestea sunt tratate ca încrengături distincte.

---

[*] În locul prefixului „macro” utilizat în ţările de limba germană, se foloseşte prefixul grecesc uzual internaţional „mega”

Aceasta schimbare, în raport cu pteridofitele, face ca procesul fertilizării să fie independent de prezența apei fluide și dau sporofitului tânăr (embrionului) posibilități de start mai bune.

La spermatofite, megasporangilor de la pteridofite le corespund megasporangii cu înveliș steril (ovulele alcătuite din nucelă și 1 (2) integumente), iar microsporangilor le corespund sacii polinici (grupe de microsporangi).

Aceste elemente constitutive de bază, morfologice, ale organelor de reproducere, stau, izolate sau mai multe, pe purtatori simpli sau complex constituiți, care se desemnează ca microsporofile, respectiv megasporofile (la gimnosperme) și stamine și respectiv carpele (la angiosperme).

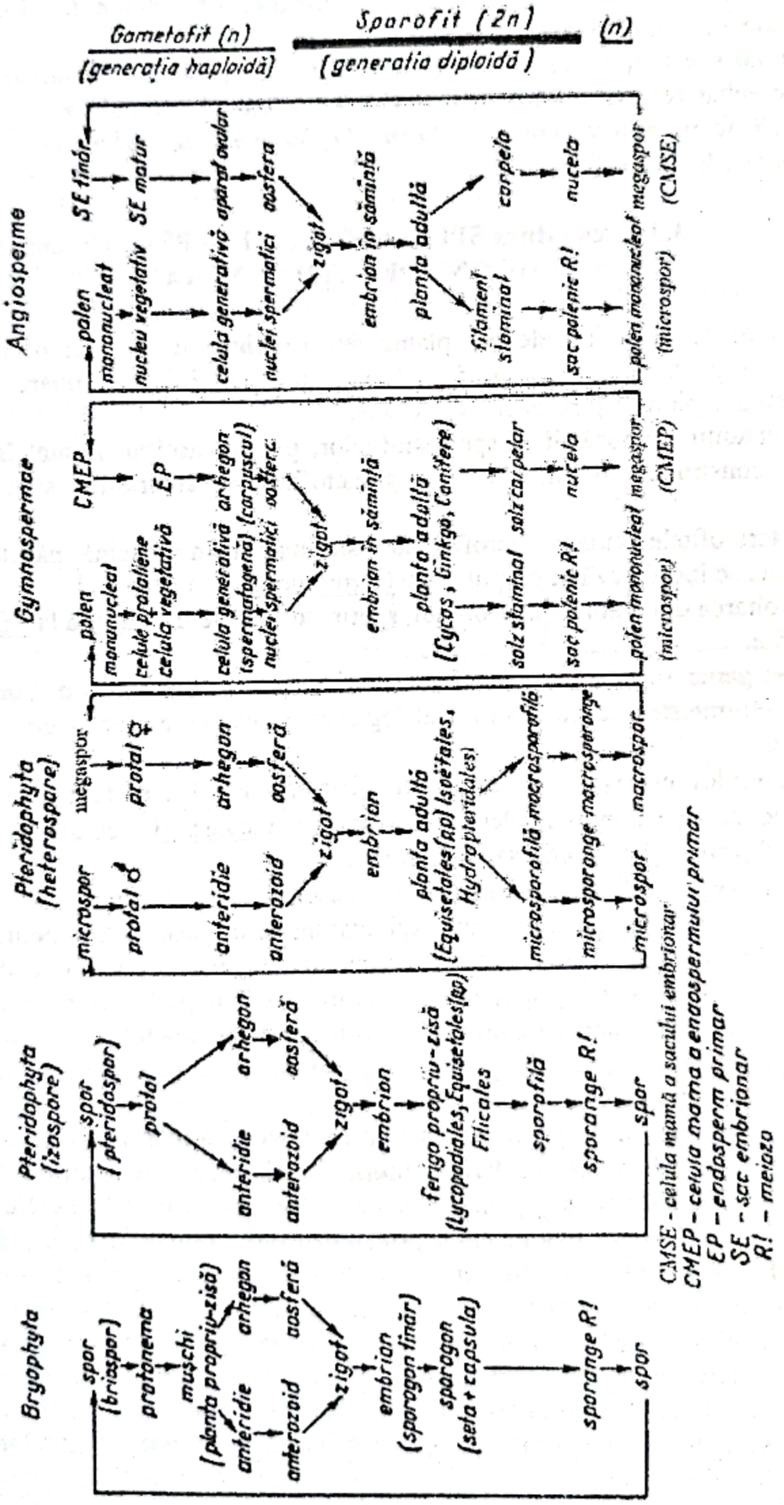

Gametofit (n)
(generația haploidă)
Sporofit (2n)
(generatia diploidă)
(n)
Angiosperme
SE tînăr
SE matur
aparat ovular
oosfera
polen mononucleat
nucleu vegetativ
celula generativă
nuclei spermatici
zigot
embrion în sămînță
planta adultă
carpela
nucela
megaspor (CMSE)
filament staminal
sac polenic R!
polen mononucleat (microspor)
Gymnospermae
CMEP
EP
arhegon (corpuscul)
oosferc
polen mononucleat
celule protaliene
celula vegetativă
celula generativă (spermatogenă)
nuclei spermatici
zigot
embrion în sămînță
planta adultă (Cycas, Ginkgo, Conifere)
solz carpelar
nucela
megaspor (CMEP)
solz staminal
sac polenic R!
polen mononucleat (microspor)
Pteridophyta (heterospore)
megaspor
protal ♀
arhegon
oosferă
microspor
protal ♂
anteridie
anterozoid
zigot
embrion
planta adultă (Equisetales(ap) Isoëtales, Hydropteridales)
microsporofilă-macrosporofilă
microsporange macrosporange
microspor
macrospor
Pteridophyta (izospore)
spor (pteridospor)
protal
anteridie
arhegon
anterozoid
oosferă
zigot
embrion
ferigă propriu-zisă (Lycopodiales, Equisetales(ap) Filicales
sporofilă
sporange R!
spor
Bryophyta
spor (briospor)
protonema
mușchi (planta propriu-zisă)
anteridie
arhegon
anterozoid
oosferă
zigot
embrion (sporogon tînăr)
sporogon (seta + capsula)
sporange R!
spor
CMSE - celula mamă a sacului embrionar
CMEP - celula mama a endospermului primar
EP - endosperm primar
SE - sac embrionar
R! - meioza

Fig. 191. Homologia organelor reproducătoare și alternanța de generații la *Embryophyta* (după Firbas, modificat)

Sporofilele stau totdeauna la spermatofite pe lastari scurţi cu creştere limitată. Gruparea acestora alcatuieşte „flori" unisexuate, fară inveliş floral la gimnosperme şi flori bisexuate cu inveliş floral (periant) la angiosperme, sau, în mod secundar, unisexuate.

La gimnosperme, termenii utilizaţi sunt de microsporofile pe care se formează, de regulă generală, câte doi saci polinici, rezultaţi din unirea a doi microsporangi, de la pteritofitele primitive. În sacii polinici se formează polenul alcătuit din două celule protaliene, o celula sterilă (dislocatoare), o celula vegetativă şi o celulă anteridială. Microsporofilele sunt grupate pe un ax comun şi alcătuiesc conurile masculine mai mici, cazătoare după eliberarea polenului. În conurile feminine (strobile), mai mari, se afla megasporofilele, pe care, la bază, stau ovulele (megasporangii).

Pentru angiosperme este caracteristică floarea, de la care a derivat denumirea acestora de *Anthophyta*. Părţile reproducătoare ale florii sunt staminele (analoage microsporofilelor gimnospermelor) şi carpelele (analoage megasporofilelor). Acestea sunt protejate de un inveliş floral, variat alcătuit, numit periant.

La gimnosperme, polenul trebuie să ajungă pe micropilul ovulului pentru a avea loc polenizarea şi respectiv fertilizarea, iar la angiosperme pe stigmatul gineceului. Ca rezultat al polenizării şi fertilizării, se formează sămânţa, ca organ de înmultire. La angiosperme, seminţele (sau samânţa) sunt închise în fruct. Fructul, ca organ nou al angiospermelor, are rolul de a proteja seminţele până la maturarea acestora şi de a ajuta la răspândirea lor, prin eliberarea acestora sau cazând o dată cu seminţele (la fructele indehiscente).

În sămânţa se află embrionul cu substanţa de rezervă necesară germinarii. La spermatofite, la embrion se pot recunoaşte doi poli: un pol al lastarului şi un pol al rădăcinii. Din aceşti doi poli se dezvoltă mai întâi lăstarul primar şi rădăcina primară. Pentru spermatofite este caracteristică: ramificarea axilară a părţilor, care poartă sau au purtat frunzele (axa lăstarului); prezenţa unui eustel primar; capacitatea de creştere secundară în grosime.

Spermatofitele primordiale au fost plante lemnoase cu un sistem apt pentru preluarea şi conducerea apei, superior construit în raport cu pteridofitele.

Spermatofitele au luat treptat locul pteridofitelor, atât ca număr de specii, cât şi ca areal, fiind mult mai bine adaptate la mediul aerian terestru.

Deşi la unele grupe de pteridofite superioare au apărut caractere apomorfe, cum ar fi heterosporia, dezvoltarea regresivă a gametofiţilor, ansambluri de sporofile care aminteau de flori, chiar şi formarea unor „seminţe" primitive, derivarea spermatofitelor din predecesori primitivi de tipul psilofitelor, merge înapoi până în Devonian şi s-a desfaşurat în paralel cu dezvoltarea pteridofitelor (fig. 190).

Spermatofitele predomină flora uscatului Terrei de la începutul Mezofiticului (Permianul Superior), cu circa 260 de milioane de ani în urmă.

B. ORGANELE VEGETATIVE

Embrionii spermatofitelor sunt constituiti bipolar: un pol al rădăcinii şi un pol al lăstarului. Numărul iniţial de cotiledoane este, probabil, de 2, care poate fi mărit până la 14 (la gimnosperme) sau micşorat până la 1 (monocotiledonate).

Meristemele vârfului lăstarului şi rădăcinii sunt formate din mai multe celule iniţiale dispuse în straturi suprapuse.

Dispoziţia frunzelor la toate spermatofitele primordiale este spiralată (alternă), adesea însă este schimbată în opus (încrucişat) sau verticilat.

La lăstar, domină ramificaţiile axilare (din unghiul frunzei): lăstarii nediferenţiaţi sunt mai iniţiali decât cei diferenţiati în lăstari scurţi şi lungi, consideraţi derivati. Tipurile de ramificare de bază sunt monopodial şi simpodial, de la care derivă toate celelalte.

În structura primară a lăstarilor este caracteristic eustelul, alcătuit din fascicule conducătoare colaterale deschise, dispuse pe un cerc. Descoperirile fosile demonstrează faptul că, de la protostel şi actinostel (de la psitofitele ancestrale), prin formarea măduvei centrale şi a razelor medulare s-a putut ajunge la eustel. Tot de la cele două tipuri ancestrale de stel s-a putut ajunge, pe linii colaterale, la polistel şi atactostel (cu fascicule colaterale închise) (pentru detalii vezi I. Pop et al., 1983).

La rădăcină sunt caracteristice actinostelurile, cu fascicule radiale, măduva şi fară raze medulare.

Toate spermatofitele primordiale au prezentat o creştere secundară în grosime prin funcţionarea cambiului.

Şi în structura ţesuturilor conducătoare se pot evidenţia progresii: perfecţionarea traheidelor şi formarea traheilor; celule ciuruite cu pori fini până la tuburi perforate cu pori largi; tuburi ciuruite fără celule anexe până la cele întovarăşite de celule anexe.

Succesiunea filogenetică, a îngroşărilor pereţilor vaselor de xilem cu lignină, a urmat calea de la elemente inelate la cele spiralate şi apoi în formă de reţea; de la vase sclariforme la cele areolate.

În evolutia frunzelor spermatofitelor, principial se pot recunoaşte două tipuri: tipul dichotom (bifurcat) de la *Coniferophytina* (ex. *Ginkgo biloba*) şi tipul penat de la *Cycadophytina* (ex. *Lyginopteris* ş.a.) dar şi de la angiosperme.

Din punct de vedere filogenetic, se poate urmări succesiunea evoluţiei frunzelor de la segmente de felul telomilor, ramificate spaţial (nu în acelaşi plan) şi mai mult sau mai puţin radiare → frunze compuse aplatizate cu segmentele în acelaşi plan → frunze bifaciale nedivizate cu sau fără peţiol → frunze aciculare sau solzoase. Toată această dezvoltare este documentată atât prin descoperiri fosile, cât şi prin cercetari comparative asupra formelor actuale. Paralel cu aceasta, s-a ajuns la reducerea până la dispariţia totală a creşterii apicale a frunzelor.

Toate spermatofitele primitive au fost plante lemnoase, arbori sau arbuşti cu frunze veşnic verzi. Din formele de arbori au luat naştere şi s-au dezvoltat în paralel lianele şi subarbuştii şi apoi formele erbacee perene până la cele anuale ale angiospermelor. Din cele cu frunzele veşnic verzi, au derivat forme cu frunze verzi de sezon (în special vara).

La *Coniferophytina*, formele iniţiale erau puternic ramificate, cu ramuri subţiri (leptocaule) şi cu frunze mici. La *Cycadophytina*, iniţială a fost forma de creştere cu tulpina groasă (pachicaulă), neramificată sau puţin ramificată şi frunze penat compuse. De la acestea au derivat, la angiosperme, forme secundare leptocaule. Această progresie stă în legatură cu grăbirea dezvoltării. Această grăbire se traduce prin formarea mai rapidă a lăstarilor mai subţiri, purtatori la vârful lor de frunze mici. Frunzele mai mici şi mai multe decât cele mari reprezintă un mijloc mai eficace de protecţie împotriva insectelor fitofage, dar şi de utilizare economică a luminii (frunzele mai mici sunt mai uşor de aranjat în mozaic, să nu se umbrească, sau să se umbrească una pe alta cât mai puţin, în comparaţie cu frunzele mari).

Microscopia electronică cu fascicul baleiat a descoperit în tuburile ciuruite plastide de tipul S (tipul initial larg răspândit la gimnosperme şi angiosperme şi care înmagazinează numai amidon); tipul P cu câteva subtipuri - subtipul A, se află numai la *Pinaceae* şi *Nymphaeales* şi conţine în parte sau aproape exclusiv proteina; subtipul B aproape numai la *Liliopsida* şi subtipul *C*, exclusiv la *Caryophyllidae*.

C. ORGANELE DE REPRODUCERE

Legat de reducerea progresivă a gametofiţilor masculini şi feminini, pe care se formează gameţii masculini si feminini şi deplasarea acestora pe sporofit, unde are loc şi fertilizarea, este de semnalat faptul că, florile preiau tot mai mult rolul de a pregăti procesul sexuat ca şi grija pentru dezvoltarea zigotului în embrion şi răspândirea sa o dată cu seminţele.

Florile spermatofitelor, deci, servesc reproducerii sexuate. Pe această bază, părţile reproducătoare din florile spermatofitelor, erau înţelese ca organe sexuale propriu-zise şi plantele s-au numit fanerogame (cu organe sexuale vizibile) spre deosebire de toate celelalte grupe de plante numite criptogame (care se înmulţesc prin spori).

Acum florile sunt interpretate ca lastari cu creştere limitată, pe care se formează ansambluri de microsporofile sau megasporofile (la gimnosperme) şi respectiv stamine şi carpele împreună sau cu cele două sexe separate (la angiosperme).

La *Cycadophytina* (*Cycas, Zamia* ş.a. actuale din zone tropicale) se poate urmări dezvoltarea unor structuri analoage florilor:

- sporotrofofile împrăştiate pe tulpina principală, care are o creştere nelimitata (ca şi la feriga *Tetrastichia*);
- sporofile şi trofofile alternând pe tulpina principală, care are o creştere nelimitată (de exemplu, ansamblurile de megasporofile de la *Cycas*);
- sporofile dispuse separat şi în număr nedefinit pe lastari proprii cu creştere limitată. Exemplu se pot da ansamblurile de microsporofile şi megasporofile de la *Encephalartos* (o *Cycadeoideae* din Africa tropicala cu seminte comestibile).

Din această prezentare reiese o împărţire progresivă a funcţiunilor între lăstarii pentru reproducere (cu sporofile) şi cei vegetativi, cum se găsesc deja şi la unele pteridofite ca *Lycopodium, Selaginella, Equisetum.*

În cursul dezvoltării filogenetice, organele cu funcţie de reproducere din floare, iniţial numeroase (cel puţin un număr nedefinit), se reduc ca număr (proces numit oligomerizare) şi apoi se fixează numeric (5, 4, 3, 2, 1); de la dispunerea spiralată pe un receptacul alungit se trece la dispunerea verticilată pe un receptacul care se scurtează treptat; în special la florile bisexuate se ajunge la formarea unui invelis al florii (periant).

Florile spermatofitelor, iniţial au fost unisexuate (cele ♂ numai cu microsporofile, cele ♀ cu megasporofile respectiv carpele) şi polenizate prin intermediul vântului. Florile bisexuate (hermafrodite), cu stamine şi carpele, au aparut mai târziu la angiosperme şi apariţia lor a fost legată de polenizarea prin animale. În mod secundar se poate ajunge din nou la flori unisexuate şi polenizate prin vânt.

Plantele cu flori unisexuate, masculine şi feminine, aşezate pe acelaşi individ, poartă numele de monoice (pinul, porumbul, alunul, aninul, ş.a.); cele dioice au flori unisexuate, dar dispuse pe indivizi diferiţi (tisa, sălciile, cânepa etc.); cele poligame, la care, pe aceeaşi plantă, se află atât flori unisexuate cât si bisexuate: *Veratrum album* - andromonoică; *Salvia pratensis* - ginodioică; trioice sunt cele cu flori unisexuate si bisexuate pe plante diferite (ex. *Fraxinus excelsior*, ş.a.).

Iniţial, florile relativ mari ale angiospermelor au fost solitare. Tendinţa generală de dezvoltare a fost reducerea dimensiunilor florilor şi formarea inflorescenţelor, ca o compensaţie.

Stamine si carpele. Compararea purtătorilor de sporangi de la cele mai vechi spermatofite *(Cordaitidae, Lyginopteridales, Ginkgoopsida)* arată că unităţile morfologice de bază au fost: grupe de saci de polen dichotomic ramificate, construite radiar şi ovule, mai mult sau mai puţin sferice sau aplatizate, cu nucelă şi înveliş steril din 1 - 2 integumente.

Grupele de saci de polen ale spermatofitelor primordiale au provenit prin contracţie, din grupe de microsporangi de la pteridofitele străvechi. În mod analog, la formarea ovulului din grupe de megasporangi, unul central fertil s-a transformat în nucelă, iar părţile externe ale acestuia, şi anume telomii înfăşurători, s-au transformat în integumentul intern.

La toate spermatofitele primordiale, grupele de saci polinici şi ovulele sunt situate terminal, pe purtători asemănători cu telomii. În timp ce la cele mai vechi *Coniferophytina* grupele de saci cu polen şi ovulele stau pe un receptacul în vârful unor purtători scurţi şi totdeauna separaţi unii de alţii, la *Cycadophytina* primordiale, grupele de saci de polen şi ovulele stau pe organe ramificate penat, asemănătoare frunzelor. Deşi aceşti purtători sunt destul de diverşi şi totuşi puţin asemănători cu frunzele, la gimnosperme s-a încetăţenit denumirea de microsporofile şi megasporofile şi corespunzător, la angiosperme, de stamine şi carpele.

În sacii cu polen, dintr-un arhespor central diploid, prin mitoze succesive, se dezvoltă celule mamă de polen. Fiecare celulă mamă de polen, prin meioză, dă naştere la o tetradă de microspori (grăunciori de polen uninucleari). Ulterior, la gimnosperme, nucleul microsporilor se divide mitotic, formează mai mulţi nuclei, respectiv mai multe celule şi se transformă în grăuncior de polen.

Grăunciorul de polen este protejat de sporodermă, alcătuită din exină şi intină. Exina, la gimnosperme, prezintă de la interior către exterior trei straturi: ectexina granulară, ectexina alveolară şi endexina structurată lamelar. La angiosperme se pot deosebi topografic: endexina (sexina interioară) mai densă şi omogenă, ectexina (sexina exterioară) puternic structurată şi sculpturată.

În exina tare sunt prefigurate aperturi prin care intina se alungeşte şi formează tubul polinic.

Granulele de polen ale spermatofitelor primordiale au dezvoltat treptat aperturi, clar mărginite sub forma de pori („găuri"), pe o parte sau pe suprafaţa totală a exinei. Deci, granulele de polen pot fi inaperturate sau aperturate.

Treptat, s-a dezvoltat ştiinta despre studiul sporilor şi polenului – Palinologia.

La sporii pteridofitelor se află locuri germinative proximale (polul granulei de polen care priveşte spre centrul tetradei), iar la granulele de polen ale spermatofitelor iniţiale au fost numai aperturi distale (polul opus al grăunciorului de polen care priveşte spre exteriorul tetradei).

La angiosperme a avut loc deplasarea locurilor germinative din polul distal spre ecuatorul granulei de polen si apoi pe toată suprafaţa acesteia. Toate acestea reprezintă progresii, care se vor detalia la studiul angiospermelor.

Ovulele reprezintă megasporangiile spermatofitelor, de forma ovală şi înconjurate de un înveliş steril. Învelişul a luat naştere din telomii înfăşurători şi corespunzator cu această origine, la spermatofitele primordiale ele sunt prevăzute cu fascicule conducătoare şi sunt alcătuite încă din segmente libere. Acest lucru este valabil atât pentru integumentele simple, primele formate din punct de vedere istorico-evolutiv, cât şi pentru integumentele externe ale choripetalelor, care au luat naştere, mai târziu, din cupula ovulului. Evoluţia a urmat calea spre fuziunea completă a porţiunilor de integumente, reducerea până la dispariţia fasciculelor conducătoare şi, în final, la contopirea integumentelor într-unul singur la cele mai numeroase simpetale.

La spermatofitele primitive, la care fertilizarea este zoidiogamă (prin spermatozoizi flagelati), în vârful nucelei, sub micropil, se afla o cameră polinică. La cele cu fertilizarea prin intermediul tubului polinic (sifonogamă), camera polinică se reduce progresiv până la dispariţie.

Analog, ca în sacii polinici, şi în nucelă, dintr-un arhespor se dezvoltă mai multe celule diploide. Dintr-o astfel de celulă, prin meioză, se formează o tetradă de megaspori haploizi. Din cei patru, trei se resorb. Celula care ramâne, a patra, nu parăseşte nucela (megasporangiul) şi respectiv ovulul. Se înconjoară de un perete celular, care este diferenţiat în exospor şi endospor şi astfel devine echivalentă cu megasporul pteridofitelor heterospore. Planta mamă trebuie să aiba grijă neîntrerupt de megaprotalul dezvoltat din megaspor (endospermul primar la gimnosperme şi sacul embrionar la angiosperme) pe care se formează gameţii şi după fertilizare, de zigot şi embrionul care se formează. Cu aceasta s-a făcut un pas evolutiv foarte important în lumea vegetală şi anume trecerea de la megaspor la sămânţa, care protejează embrionul şi reprezintă, asfel, entitatea de răspândire a spermatofitelor.

Gametofiţii

a. Gametofitul masculin. Formarea acestuia, la spermatofite, începe când grăunciorii de polen mononucleaţi (microsporii) se află încă în sacii de polen (microsporangi) şi se încheie după polenizarea pe organele feminine.

În raport cu gametofiţii masculini ai pteridofitelor heterospore, la spermatofite se constată o reducere şi o simplificare structurală.

La spermatofitele gimnospermice primordiale, dezvoltarea gametofitului masculin decurge în felul urmator. În grăunciorul de polen mononucleat au loc diviziuni celulare neuniforme, în urma cărora se formează celulele protaliene (un rest al protalului masculin de la pteridofitele ancestrale): la *Araucaria* sunt până la 40 de celule, de regulă generală, 2 celule, şi de multe ori din acestea rămâne numai una, de formă lenticulară, împinsă spre peretele grăunciorului de polen. Celula care a rămas se divide în doua celule: o celulă mare vegetativă (celulă a tubului polinic care umple grăunciorul de polen) şi o celulă mai mică generativă.

Dupa polenizare, când celula vegetativă formează tubul polinic, celula generativă se divide în doua celule: celula sterilă (dislocatoare) şi celula spermatogenă. Celula spermatogenă dă naştere la doi gameţi masculini, care la gimnospermele primordiale sunt spermatozoizi policiliaţi (cu până la 20.000 flageli, cu structură de eucariote). Uneori, prin diviziunea în continuare a celulei sterile pot lua naştere până la 20 de spermatozoizi suplimentari.

La majoritatea gimnospermelor şi la toate angiospermele, gameţii masculini sunt neflagelaţi şi poartă numele de spermatii.

La *Taxus* şi *Gnetopsida* derivate, gametofiţii masculini sunt reduşi la patru celule: o celulă vegetativă, o celulă sterilă (dislocatoare), care în cele din urmă se resoarbe, şi doua spermatii. La toate angiospermele, aceşti gametofiţi sunt reduşi la trei celule: o celulă vegetativă (celulă a tubului de polen) şi două spermatii.

b. Gametofitul feminin este mai dezvoltat decât cel masculin. El se dezvoltă în nucela ovulului (megasporange). O celulă diploidă din nucelă, în urma meiozei, dă naştere la o tetradă de megaspori haploizi. Trei dintre aceştia se reduc până la dispariţie, iar al patrulea reprezintă celula mamă a endospermului primar şi, respectiv, a sacului embrionar (megasporul).

La gimnospermele primordiale, în dezvoltarea gametofitului feminin reies analogii clare cu megaprotalul pteridofitelor heterospore. În interiorul megasporului este iniţiată dezvoltarea megaprotalului (endospermul primar) pluricelular după modelul nuclear. Mai întâi au loc diviziuni succesive ale nucleului megasporului şi se formează sute sau mii de nuclei. După aceea, de la periferie spre centru, începe formarea pereţilor celulari, încât endospermul primar devine celular.

Spre micropil, pe endospermul primar se formează mai multe arhegonii, cufundate în acesta. Fiecare arhegoniu prezintă, în partea bombată, oosfera, celule ale peretelui gâtului (celulele canalului gâtului lipsesc) şi o celulă pasageră a canalului burţii.

La gimnospermele superioare (*Gnetopsida*) şi în special la angiosperme, se ajunge la o scurtare a acestei dezvoltări. Cei patru megaspori formează megaprotaluri, direct după tipul celular şi chiar dezvoltarea arhegoniilor este suprimată. La angiosperme din megaspor se formează sacul embrionar cu 8 celule, între care şi oosfera, iar în cazuri extreme numai patru nuclei, respectiv celule.

Reducerea structurală progresivă a gametofiţilor masculini şi feminini la spermatofite, reprezintă un exemplu sugestiv de neotenie, şi anume maturarea sexuală în stadii de dezvoltare mereu mai timpurii şi mai putin diferenţiate.

Împreună cu reducerea altor părţi ale florii, aceasta face posibilă o grăbire a dezvoltarii, reproducerea mai rapidă şi cu aceasta o cucerire a unor noi spaţii de viată, altfel inaccesibile.

D. POLENIZAREA

La spermatofite, grăunciorii de polen mononuclear (microsporii), respectiv microprotalurile din polenul matur, trebuie să fie transportaţi din sacii de polen, pe locul de concepţie al ovulelor: la gimnosperme pe micropilul ovulului, iar la angiosperme pe stigmatul carpelelor, respectiv gineceului.

Forma de plecare (primitivă) a polenizării la spermatofitele primordiale a fost, fără îndoială, anemofilia (anemogamia). Aceasta este şi forma de bază a răspândirii sporilor la pteridofite. Greutatea transferului polenului la gimnosperme pe o ţintă precisă, micropilul ovulului, este învinsă prin producţia în masă de polen. Astfel, la coniferele autohtone, în perioada eliberarii polenului din conurile masculine se vorbeste de „ploaia de sulf", aluzie la culoarea gălbuie a prafului de polen. Pe de altă parte, ca urmare a greutăţii şi dimensiunilor foarte mici ale polenului şi a suprafeţei netede, fără ornamentaţii, a exinei, mărirea suprafeţei prin sacii cu aer, polenul gimnospermelor are o capacitate îndelungată de a pluti în aer. Micropilul ovulului secretă picături lipicioase de polenizare, care captează polenul. La toate acestea se adaugă poziţia bine expusă a conurilor masculine (foarte numeroase) şi feminine la capetele ramurilor.

Întradevăr, toate plantele anemofile produc cantităţi mari de polen, care este purtat de vânt, uneori la distanţe de sute de km şi înălţimi de până la 1000 - 1500 m deasupra solului. Toate mecanismele mai sus amintite vor functiona numai atunci când speciile polenizate prin intermediul vântului sunt situate în locuri stabile, libere şi expuse vântului, au talia înaltă şi populaţii dense, cu distanţe mici între indivizi.

Florile gimnospermelor primordiale, polenizate în mod normal prin vânt, pot fi vizitate ocazional şi, mai mult sau mai puţin întâmplător, de unele animale, mai ales insecte cu aparat bucal pentru rupt si mestecat (ex. gândaci). Acestea se hrănesc cu polenul bogat în substanţe nutritive (mai ales proteine), dar şi din picăturile de polenizare ale ovulelor, care conţin mucilagiu şi zahăr, unele insecte putând depune în florile feminine ouăle lor (ex. la *Encephalartos* dintre *Cycadales*).

Aceste relaţii plantă-animal, la inceput nesemnificative, pot fi intensificate şi îmbunătăţite, dacă pentru plantă sunt avantajoase, pentru polenizare şi formarea seminţelor. De exemplu, polenul unor reprezentanţi ai *Cycadales* prezintă coloratură sau chiar parfum, ca mijloace de ademenire a unor insecte. Florile, care la început sunt neatrăgătoare, pot deveni frapante optic, iar polenul, prin ornamentaţii ale exinei, prezenţa chitului de polen, devine aderent la corpul animalului. În cele din urmă, prin apariţia florilor bisexuate, devine posibilă, prin insecte, atât preluarea cât şi depunerea polenului pe părţile feminine ale florii.

Această dezvoltare istorico-evolutivă a condus deja, la unele *Cycadophytina* şi în special la angiosperme, la o legătură simbiotică strânsă şi obligată între vizitatorii florilor şi plante, deci la apariţia polenizării prin animale (zoofilie sau zoogamie). Aceasta a atins cel mai înalt grad de specializare la angiosperme, unde vor fi prezentate, în detaliu, toate modalităţile de polenizare.

E. FERTILIZAREA, FORMAREA SEMINȚEI ŞI A FRUCTULUI

Germinarea grăunciorului de polen şi dezvoltarea în continuare a gametofitului masculin la gimnosperme începe în camera polinică situată în vârful nucelei sau pe micropilul ovulului la formele derivate, la care camera polinică s-a redus progresiv. La angiosperme, aceste procese au loc pe stigmatele carpelelor, respectiv gineceului.

Exina grăunciorului de polen se deschide în locuri prefigurate, subţiri, neîngroşate, numite locuri germinative sau aperturi, iar celula vegetativă (celula tubului polinic), prin întinderea puternică a intinei, se alungeşte prin porul germinativ şi formează tubul polinic.

La spermatofitele gimnospermice primordiale, cu fertilizare prin spermatozoizi pluriflagelaţi (zoidiogamie), tubul polinic serveşte numai la hrănirea şi ancorarea (printr-un rizoid) gametofitului masculin de peretele cameri polinice. Spermatozoizii ieşiţi înnoată activ într-un lichid secretat de camera polinică şi ajung la camera arhegoniilor, spre care ajung prin spaţiul format în urma descompunerii ţesutului din vârful nucelei. La majoritatea spermatofitelor superioare, cu fertilizarea prin intermediul tubului polinic (sifonogamie), tubul de polen are rolul de a conduce spermatiile neciliate, mai mult sau mai putin pasive, până la gametofitul feminin, unde se află oosfera. Tubul polinic se alungeşte continuu şi este hrănit prin descompunerea celulelor nucelei (la gimnosperme) sau prin lizarea celulelor din interiorul stigmatului şi stilului (la angiosperme).

O dată ajuns la gametofitul feminin, vârful tubului polinic se descompune, iar spermatiile sunt eliberate şi are loc fertilizarea. Una dintre spermatii se contopeşte cu oosfera, are loc mai întâi plasmogamia şi ulterior cariogamia şi în final formarea zigotului diploid. În mod analog, are loc fertilizarea şi în cazul zoidiogamiei.

La gimnosperme, de cele mai multe ori, între polenizare şi fertilizare se interpune o perioadă de câteva luni, până la un an, alteori numai de câteva zile sau ore (la angiosperme). La gimnosperme, fertilizarea este simplă, adică se formează numai un zigot, iar la angiosperme este dublă, adică se formează doi zigoti (primar şi accesoriu).

Prima fază a dezvoltării zigotului la gimnospermele primordiale este nucleară, adică se formează numeroşi nuclei (până la 1.000) sau mai puţini (câteva zeci). După un timp începe formarea centripetală a pereţilor celulari şi respectiv a celulelor. Spre deosebire de gimnosperme, la toate angiospermele (şi foarte putine gimnosperme evoluate), încă de la început, dezvoltarea zigotului este celulară.

Se formează astfel proembrionul, care ulterior se diferentiază într-un purtător de embrion (suspensor îndreptat către micropil) şi embrionul propriu-zis orientat către baza sacului embrionar, respectiv către chalază. Embrionul este polarizat, adică prezintă doi poli: polul rădăcinii, cu construcţia sa principală (radicula), este orientat către micropil; polul lăstarului, cu primele construcţii ale sale (cotiledoanele), este orientat către chalază.

De cele mai multe ori, embrionul care se dezvoltă este înconjurat de tesut nutritiv (endosperm).

La gimnosperme, acest ţesut de hrănire constă din protalul feminin, format înaintea fecundaţiei şi denumit endosperm primar haploid.

La angiosperme, în schimb, ţesutul nutritiv se formează ca rezultat al dublei fecundaţii. Pe lângă zigotul primar diploid, din care se dezvoltă embrionul, se mai formează un zigot accesoriu triploid, din contopirea celei de-a doua spermatii cu cei doi nuclei polari ai sacului embrionar (necontopiţi sau contopiţi). Prin diviziunile zigotului secundar (accesoriu) triploid se formează endospermul secundar triploid.

Ca ţesuturi de hrănire şi înmagazinare mai pot fi nucela (tesut diploid) sau cotiledoanele, ca părţi ale embrionului.

Ovulul, după fertilizare, în stare de maturare şi de separare de planta mamă, este desemnat ca sământă. El conţine un embrion (în repaus) şi ţesut de hrănire înconjurat de coaja seminţei. Coaja seminţei se formează din integumentul, respectiv integumentele ovulului, şi se numeste testa. La formele primordiale (primitive) testa constă, adesea, din straturi de celule exterioare cărnoase, care alcătuiesc sarcotesta şi straturi de celule interioare lignificate numite sclerotesta. La seminţele închise în fructe (indehiscente), testa este subţire, uscată, redusă cantitativ.

Iniţial, sământa este organul de bază, de răspândire a spermatofitelor. Mai târziu, la spermatofitele evoluate, şi anume angiospermele, seminţele se leagă cu alte organe ale florilor sau inflorescentelor, rezultând unităţi de răspândire compuse, anume fructele.

Fructele constau din flori, părţi de flori sau inflorescenţe (eventual şi alte părţi ale plantei ca organe ajutătoare), care, în starea de maturare a semintelor, se eliberează sau cad împreună cu acestea, ajutând la propagarea plantelor.

În construcţia seminţelor şi fructelor, multe mecanisme şi transformări structurale trebuie inţelese numai ca adaptari cu privire la răspândire dar şi grija pentru embrionii (sporofiţii tineri) conţinuţi în ele.

De toate aceste aspecte se ocupă Biologia si respectiv Ecologia semintelor şi fructelor. Unele din aceste aspecte vor fi prezentate la angiosperme.

La gimnospermele primordiale (*Ginkgo, Cordaites, Pteridospermae, Cycadeae*), dezvoltarea embrionului începe abia când sământa a căzut pe sol, în timp ce la spermatofitele superioare, dezvotarea şi prefigurarea părţilor componente ale embrionului are loc, deja, pe planta mamă, în sământă. Astfel, la conifere, dezvoltarea embrionului se desfăşoară încet şi deci, maturarea semintelor are loc, adesea, într-un an sau mai mult de un an (ex. *Pinus*). În contrast cu acestea, la angiosperme dezvoltarea embrionului în sământă se desfăşoară mult mai rapid, ca de exemplu la plantele efemere, în câteva săptămâni.

Această accelerare avantajoasă a reproducerii duce la reducerea progresivă şi neotenia gametofiţilor, a sporangilor, a purtătorilor de sporangi şi a întregii flori.

RETROSPECTIVA ASUPRA DEZVOLTARII ISTORICO-EVOLUTIVE A SPERMATOFITELOR

Spermatofitele actuale, în număr de circa 250.000 (-350.000) specii cunoscute, domină comunităţile de uscat ale Terrei. Dintre aceastea, sunt circa 750 specii de gimnosperme: 550 specii *Coniferophytina* şi 200 specii *Cycadophytina*. Cele mai numeroase sunt însă angiospermele.

Apariţia şi apoi predominarea spermatofitelor şi în special a angiospermelor faţă de pteridofite (care răspândesc în mediu spori şi nu seminţe) a evoluat treptat în decursul istoriei Pământului.

Cea mai veche fosilă de spermatofite şi anume sămânţa, a fost datată din Devonianul Superior şi a fost denumită *Archaeosperma*. De atunci ponderea spermatofitelor între plantele de uscat a evoluat permanent.

Paleofiticul, care începe cu sfârşitul Silurianului (când începe formarea vegetaţiei terestre) (fig. 193) şi se extinde până către mijlocul Permianului, care este era criptogamelor vasculare (*Pteridophyta*) şi a progimnospermelor (primele plante cu ovule).

Începând cu Carboniferul Superior se dezvoltă masiv gimnospermele primordiale, cu cele două linii ale lor: *Coniferophyta* (*Cordaitidae, Ginkgoopsida*) şi *Cycadophytina* (*Pteridospermales* ş.a.).

Aceste linii sunt încă subordonate faţă de grupele de *Pteridophyta*, care domină în această eră. Acestea erau reprezentate în cea mai mare parte prin forme lemnoase şi aparţineau la *Lycopodiopsida*, *Equisetopsida* şi *Pteridopsida*.

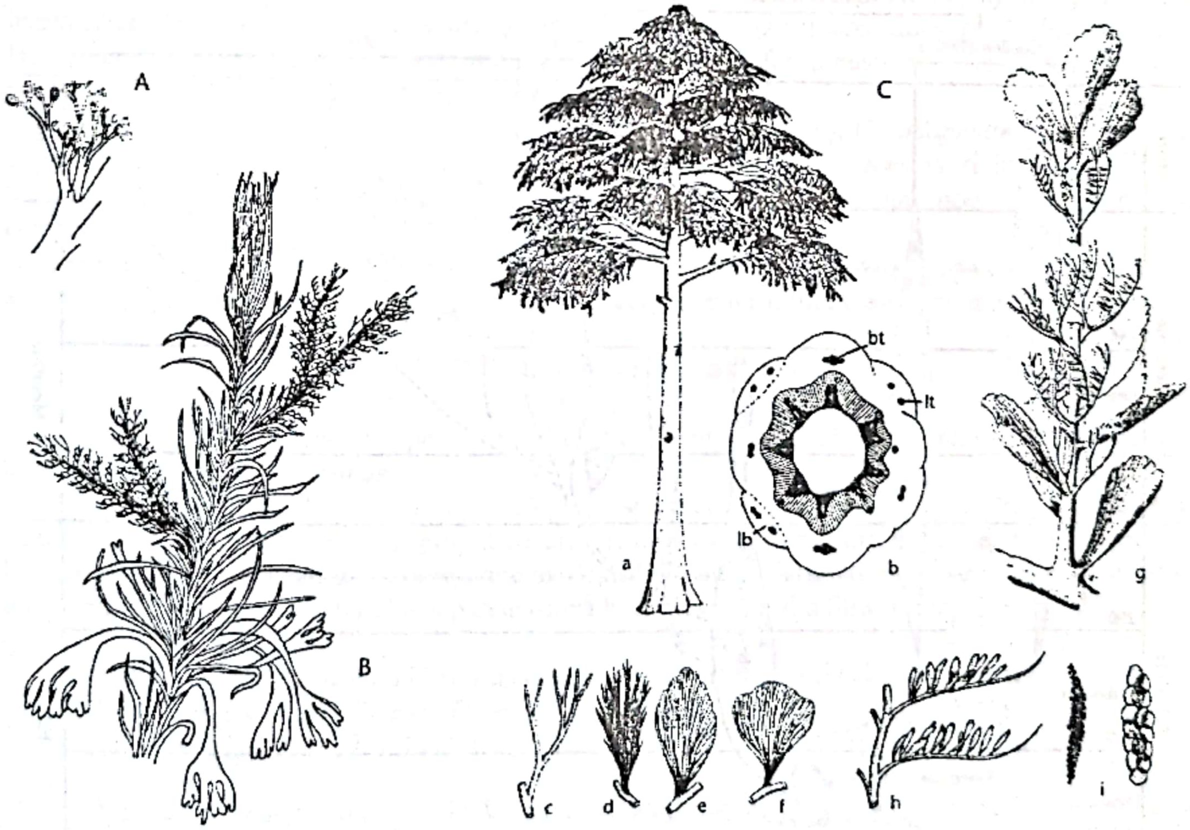


Fig. 192. Predecesori dispăruţi ai spermatofitelor: A – *Psilophytopsida*: *Trimerophyton robustus* (Devonianul Inferior – sistem de telomi cu grupe de sporangi); B – *Progymnospermae*: *Barrandeina dusliana* (Devonianul Mijlociu: sistem de lăstari cu frunze dichotome şi grupe de sporangi penate); C – Reconstituirea „Progymnospermelor": genul *Archaeopteris* (incl. *Callixylon*) din Devonianul Superior: a – habitus (arbori de circa 6 m înălţime); b – secţiune transversală printr-un ax al lăstarului cu lemn primar şi secundar (negru şi respectiv haşurat) şi fasciculele conducătoare în lăstarii laterali (bt) şi frunze (lt, lb); c-f – aplatizarea progresivă a diferitelor ramificaţii la specii variate şi formarea laminei aplatizate a frunzei; g – lăstar lateral cu porţiuni de frunze vegetative şi purtătoare de sporangi; h-i – microsporangi şi megasporangi şi conţinutul lor (A- după Hopping; B- după Kräusel & Weyland; C- după Beck şi Arnold din Steward, modificat, din Strasburger, 1999)

Raporturile dintre pteridofite şi gimnosperme se schimbă abia la trecerea dintre Permianul Inferior si Permianul Superior (fig. 193), o dată cu marile schimbări climatice şi mai ales uscăciunea atmosferică. Aceasta uscăciune crescândă a climei a dus la scăderea predominanţei pteridofitelor şi chiar a gimnospermelor străvechi, care regresează sau dispar.

Apar, însă, grupe de gimnosperme mai tinere, mai bine adaptate la această climă, în special *Ginkgoopsida, Pinidae* - Conifere, *Cycadopsida* şi *Bennettitopsida*, care încep să predomine în vegetaţia uscatului.

Începe Era gimnospermelor (Mezofiticul), care se extinde din Permianul Superior până în Cretacicul Mediu, când Pteridofitele regresează tot mai mult şi uscatul este treptat cucerit de gimnosperme (arbusti şi arbori, cu adaptari xerofile).

Începând cu Cretacicul Mediu are loc o expansiune rapidă a angiospermelor, cunoscută ca Neofiticum, care se desfăşoară şi în zilele noastre. Multe gimnosperme dispar sau se menţin până în zilele noastre ca grupe relicte, cum sunt *Ginkgoopsida, Cycadopsida, Gnetopsida.* Dintre gimnosperme, numai unele linii de dezvoltare de la *Pinidae* şi anume Coniferele, se menţin în zilele noastre, cu numar redus de genuri şi specii, în paralel cu angiospermele, dar cu areal restrâns, mai ales în Emisfera Boreală.

Cu privire la grupele de origine ale spermatofitelor (fig 192; 193) mai întâi au fost luaţi în discuţie reprezentanţii timpurii ai pteridofitelor şi anume *Psilophytopsida*, datorită asemănării lor cu *Pteridospermales*. Totuşi, inexplicabile rămân unele aspecte şi anume apariţia timpurie a pteridospermalelor, în evoluţia paralelă cu *Psilophytopsida* şi în al doilea rând structura cu totul deosebită a stelului celor două grupe.

O alta ipoteză, mult mai probabilă, privind grupele de origine ale spermatofitelor, au reprezentat-o aşa numitele *„Progymnospermae"* din Devonianul Inferior/Mijlociu până în Carboniferul Inferior (fig. 193).

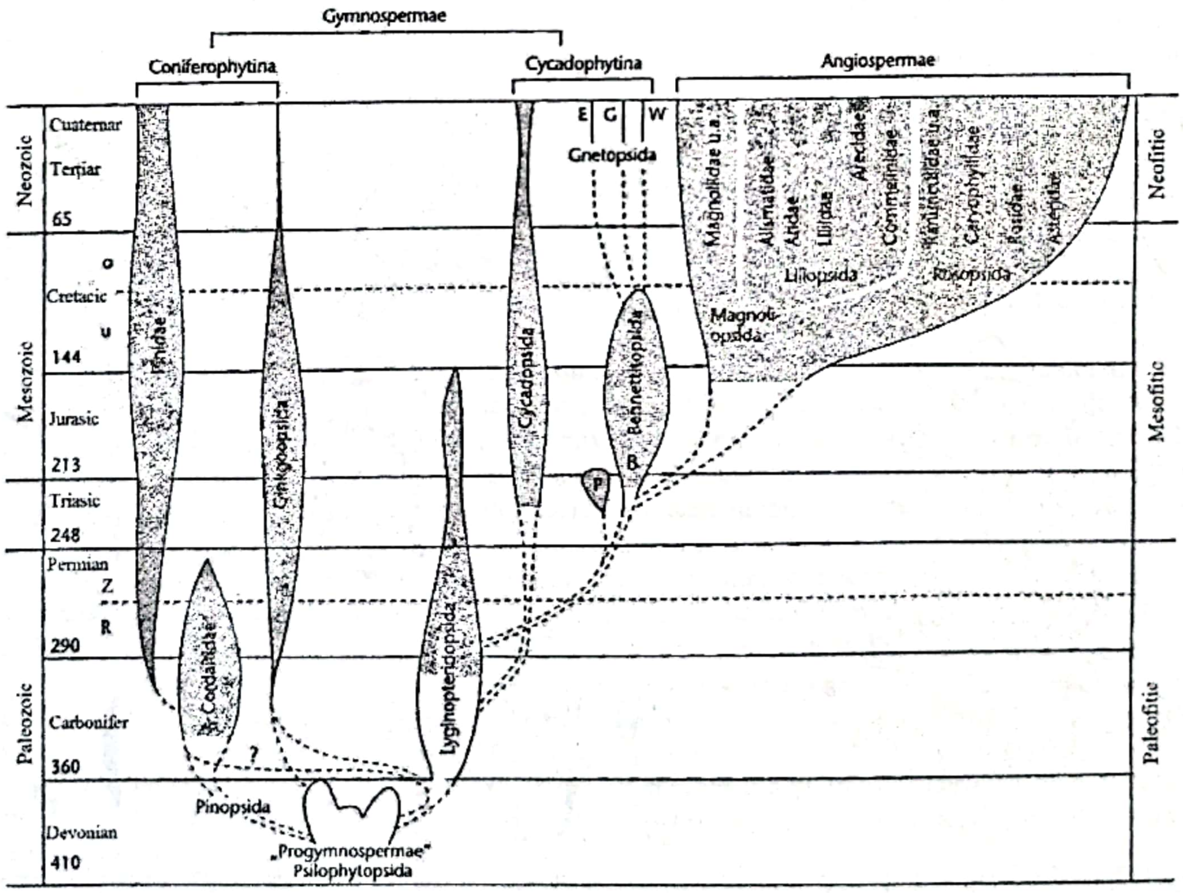

Gymnospermae
Coniferophytina
Cycadophytina
Angiospermae
Neozoic
Cuaternar
Terţiar
65
o
Cretacic
u
144
Mesozoic
Jurasic
213
Triasic
248
Permian
Z
R
290
Paleozoic
Carbonifer
360
Devonian
410
Pinidae
Ginkgoopsida
Cordaitidae
Lyginopteridopsida
Cycadopsida
E
G
W
Gnetopsida
P
B
Bennettitopsida
Magnoliidae u.a.
Alismatidae
Aridae
Liliidae
Arecidae
Commelinidae
Ranunculidae u.a.
Caryophyllidae
Rosidae
Asteridae
Liliopsida
Rosopsida
Magnoliopsida
?
Pinopsida
„Progymnospermae"
Psilophytopsida
Neofitic
Mesofitic
Paleofitic

Fig. 193. Schema legăturilor istorico-evolutive probabile între grupele de înrudire ale spermatofitelor (*Spermatophyta*) şi desfăşurarea lor de-a lungul erelor geologice ale Terrei (cifrele reprezintă vârsta în milioane de ani): cu linii întrerupte sunt punctate legături nesigure, respectiv lăsate în alb, nedocumentate prin descoperiri fosile; R – Permianul Inferior; Z – Permianul Superior; B – *Bennettitidae*; P- *Pentoxylidae*; E – *Ephedridae*; G – *Gnetidae*; W – *Welwitschiidae*; (după F. Ehrendorfer, in Strasburger, 1999)

Progimnospermele sunt considerate veriga de legatură nemijlocită între pteridofitele străvechi (*Psilophytopsida*) cu organizare telomică, deci neîmpărțite clar în părți purtătoare sau care au purtat frunze, în frunze și în rădăcini și pe de alta parte, spermatofitele purtătoare de semințe, mai tinere: *Coniferophytina*, cu frunze bifurcate și aciculare, cât și *Cycadophytina*, cu frunze penate, diferențiate în cele două organe de bază: lăstar (axă + frunze) și rădăcina.

Cele mai vechi *Progimnospermae*, ca *Protopteridium*, *Aneurophyton* (*Protopteridales*, din Devonianul Inferior/Mijlociu), prezentau încă sisteme de telomi ramificați spațial, abia aplatizați, fără o diferențiere clară între părțile purtătoare de frunze și frunze. Protostelul și actinostelul erau extrem de simple. La reprezentanții mai târzii ai progimnospermelor, telomii erau așezați într-un plan, apoi aplatizați și concrescuți, iar diferențierea între părțile purtătoare de frunze și cele care au purtat frunze și frunze, pe de altă parte devine sesizabilă. În evoluția stelului, etapa următoare a fost apariția măduvei și trecerea la eustel.

În timp ce la *Archaeopteridales*, din Devonianul Superior, această dezvoltare a dus la apariția de forme asemănătoare cu *Coniferophytina*, cu organe laterale mai moderat complexe și lemn secundar compact, la *Protopteridales* dezvoltarea a dus la organe laterale penate, complex construite și lemn mai putin compact, datorita formării razelor medulare și se apropiau, astfel, mai mult de *Cycadophytina*.

Progimnospermele din Devonianul Mijlociu sunt încă izospore, iar în Devonianul Superior heterosporia a fost dovedită la multe specii. A fost clar dovedită trecerea de la heterosporia externă (cu o tetradă de megaspori) la ovulul cu 1 (2) integumente, în nucela căruia se află un singur megaspor (cu rudimente ale celorlalți trei).

Ipotezele actuale, cele mai probabile, mai ales după stabilirea în 1960 a conexiunii între sistemele evantai mari (asemănătoare ferigilor) și heterosporia de la *Archaeopteris* (și *Callixylon* cu tulpina asemănătoare gimnospermelor de 20 m înălțime și 1,5 m în diametru), asupra istoriei genealogice și ale derivării spermatofitelor, se pot sintetiza astfel (fig. 192, 193):

1. Spermatofitele au aparut în Devonianul Mijlociu direct din *Psilophytopsida* prin grupul intermediar *Progimnospermae* izospore și apoi heterospore (*Protopteridales* și *Archeopteridales*) Deci, spermatofitele nu pot fi derivate din *Lycopodiopsida* sau ferigi eusporangiate, ci s-au dezvoltat paralel cu acestea și cu alte pteridofite superioare.

2. Originea comună din *Progimnospermae* a *Coniferophytina* și *Cycadophytina* și nu derivarea uneia din cealaltă, lasă să se explice numeroasele asemănări dintre acestea și justifică păstrarea taxonului „*Spermatophyta*". Această presupunere a fost confirmată, mai nou, și prin cercetari comparative de ADN.

Date morfologice și moleculare, încă contradictorii, nu exclud însă și o apariție foarte timpurie a *Coniferophytina* din *Cycadophytina* sau încă alte relații filetice dintre clasele gimnospermelor.

Sistematica spermatofitelor

Până acum divizarea spermatofitelor s-a făcut în două subîncrengături echivalente: *Gymnospermae* și *Angiospermae*.

Acum, însă, este demonstrat faptul că gimnospermele se lasă derivate de la *Progimnospermae*, care se înmulțeau prin spori, ca și grupul de origine al acestora din urmă, și anume *Psilophytopsida*. Diferențierea în continuare a gimnospermelor deja din Carboniferul Inferior, lasă să se recunoască două linii de dezvoltare, relativ clar separate (după F. Ehrendorfer din Strasburger, 1999).

Astfel, gimnospermele (s.l.) se împart în două subîncrengături echivalente:
Subîncreng. *CONIFEROPHYTINA*
Subîncreng. *CYCADOPHYTINA*

De la *Cycadophytina* se lasă derivate angiospermele ca a treia subîncrengătură a spermatofitelor, cea mai tânără și evoluată, în plin proces de expansiune pe Terra.

I. Treapta de dezvoltare: *GYMNOSPERMAE*

Gimnospermele sunt exclusiv plante lemnoase (arbori, arbusti, liane) cu creştere secundară în grosime.

Complexele de microsporofile şi megasporofile sunt totdeauna separate şi dispuse monoic, rareori dioic.

Ovulele nu sunt niciodată închise într-o cavitate (ovar) şi, deci, nici seminţele în fruct. De aici denumirea cuprinzătoare: *Gymnospermae* (gr. *gymnos*- golaş, neînvelit şi *sperma*- sămânţa). În decursul evoluţiei, sămânţa a apărut, deci, înaintea florii şi a fructului.

Polenizarea, de regulă generală, se realizează prin intermediul vântului, iar polenul trebuie să ajungă direct pe micropilul ovulului, unde este locul de germinare.

Gametofiţii sunt mai dezvoltaţi decât la angiosperme (cei masculini cu mai mult de trei celule, iar cei feminini cu mai multe celule). Hrănirea embrionului se face dintr-un endosperm primar, preexistent fecundaţiei şi care reprezintă megaprotalul haploid.

Ţesuturile conducătoare prezintă un grad mai scăzut de diferenţiere structurală, în raport cu angiospermele. Astfel, se află numai traheide areolate, iar tuburile ciuruite sunt lipsite de celule anexe. Traheidele îndeplinesc o dublă funcţie: hidrodinamică, de conducere a apei cu ioni minerali dizolvaţi cu viteza foarte mica (0,4 mm/sec.) şi de consolidare (susţinere a plantei) datorită îngroşării pereţilor celulari cu lignina.

Grupele lor de origine sunt reprezentate de forme din Devonianul Superior numite generic *Progimnospermae*. Multe dintre ele au dispărut fără a lăsa urme fosile, iar cele puţine, care supravieţuiesc, sunt sărace în specii.

Treapta de dezvoltare cuprinde două subîncrengături cu origine diferită şi dezvoltare paralelă: *Coniferophytina* şi *Cycadophytina*.

3.1. Subîncrengătura *CONIFEROPHYTINA*

- Gimnosperme cu frunze bifurcate şi frunze aciforme

Coniferofitinele sunt plante lemnoase, cu ramificarea lăstarului monopodială, rareori simpodială. La ele se întâlneşte forma iniţială de ramificare leptocaulă (ramuri subţiri). Xilemul secundar este dens şi constă, preponderent, din traheide areolate, cu pori deşi şi raze medulare înguste, aşa numitul lemn picnoxil. Vasele (traheile) lipsesc.

Organele laterale vegetative (trofofilele) au la bază un plan simplu de construcţie, bifurcat dichotom (la *Ginkgo*). De la construcţia dichotomă, prin simplificare, s-a ajuns la cea de panglică, apoi la cea aciformă şi în formă de solz protector. Aceste construcţii sunt dispuse iniţial spiralat, iar la formele derivate se trece la dispoziţie opusă sau verticilată.

Organele laterale fertile (sporofilele) sunt, de asemenea, simplu construite şi alcătuiesc „flori"* unisexuate, dispuse monoic sau, mai rar, dioic. Complexele masculine sunt alcătuite din mai multe microsporofile, iar cele feminine din mai multe megasporofile (ansamblurile de microsporofile şi megasporofilele sunt omoloage cu florile de la angiosperme - antofite*), acestea fiind însoţite adesea şi de frunze solzoase sterile, protectoare. Un înveliş protector, analog periantului de la angiosperme, lipseşte.

Microsporofilele cuprind numai o singură grupă de saci polinici, pedunculată, iniţial radiară. Partea superioară a microsporofilelor poate deveni vegetativă şi astfel se formează o structură dorsi-ventrală. Grăunciorii de polen prezintă o deschizătură germinativă distală, deseori abia perceptibilă. Ca urmare a depărtării exinei exterioare, pe laturile grăunciorilor de polen se formează saci cu aer, care favorizează polenizarea prin intermediul vântului. La formele iniţiale are loc fertilizarea zoidiogamă (prin spermatozoizi pluriflagelati), iar la cele evoluate sifonogamia, prin intermediul tuburilor polinice.

Megasporofilele poartă un singur ovul nud, pedunculat până la sesil, mai rar două sau mai multe ovule. Ovule sunt asimetric aplatizate, cu un singur integument şi adesea se poate urmări originea lor telomică. Megasporofilele, adesea, sunt grupate pe un ax comun în inflorescenţe femele de tipul conului (strobilului). Fiecare megasporofilă, cu ovulul/ovulele la baza sa, prezintă şi un solz steril protector, încât întreg ansamblul este interpretat ca o inflorescenţă. În urma fertilizării, ovulele se transformă în seminţe, care pot fi suculente (cu sarcotestă şi sclerotestă) sau uscate şi întovărăşite de membrane (aripi) care le ajută să plutească prin aer. Uneori seminţele sunt grupate în ansambluri sub forme de conuri lignificate sau cărnoase.

---

* Numai angiospermele sunt plante cu flori (antofite), încât pentru gimnosperme ansamblurile de microsporofile şi megasporofile ♂ şi ♀ sunt numai omoloage florilor („flori").

Coniferophytina sunt cunoscute ca fosile din (Devonianul Superior) Carboniferul Inferior şi se pot deriva din progimnospermele din Devonian. Deşi, până în zilele noastre, au supravieţuit numai aproximativ 550 de specii, continuă să aibă foarte mare importanţă ca arbori ai pădurilor din Emisfera Boreală.

Sistematica. Subîncreng. *Coniferophytina* cuprinde doua clase: *Ginkgoopsida* şi *Pinopsida*.

1.1. Clasa *GINKGOOPSIDA*

Reprezentanţii acestei clase sunt cunoscuţi din Permianul Inferior (prin *Trichopitys*), care probabil au apărut mult mai devreme (în Devonianul Superior). Prezintă unele asemănări frapante cu unele *Progimnospermae* (ca de ex. *Sarcodina* din Devonianul Mijlociu). Cele mai abundente forme au trăit din Triasic până în Cretacic. În Jurasic trăiau mai multe specii asemănătoare cu singura specie care mai traieşte şi astăzi, *Ginkgo biloba*. Resturile paleobotanice au dovedit că speciile de *Ginkgo* erau larg răspândite în Jurasic/Cretacic şi treptat a avut loc o micşorare progresivă, atât a numărului acestora, cât şi a arealului lor, până în zilele noastre. Dispariţia aproape totală a acestei „fosile vii" din perioada dinozaurilor este oarecum de neînţeles, deoarece arborii de *Ginkgo* par mult mai viguroşi şi mai rezistenţi decât alţi copaci. Aceştia sunt plantaţi peste tot în oraşe datorită frunzelor lor atractive, dar şi rezistenţei deosebite la insecte, boli şi poluanţi. Această specie a supravieţuit până în zilele noastre numai datorită protectiei omului.

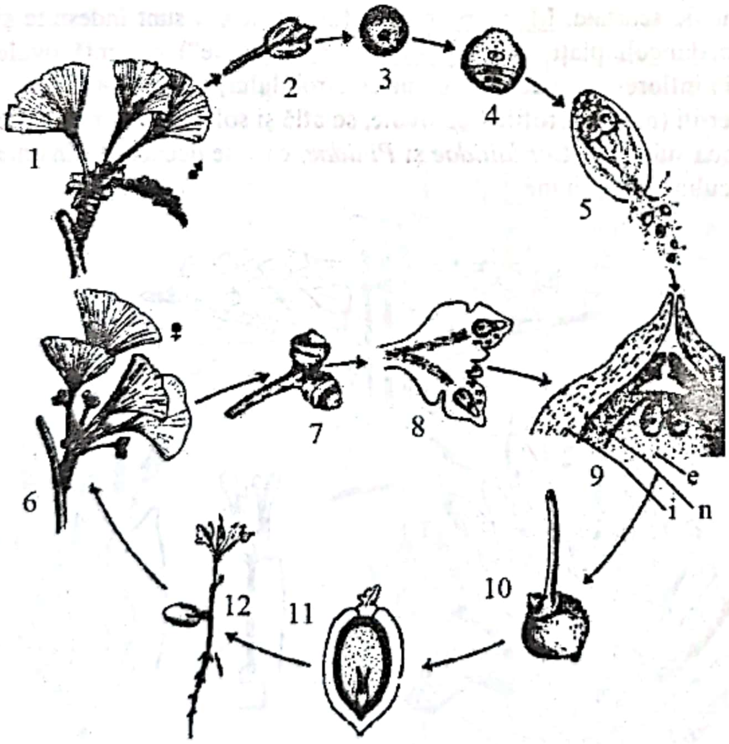


Fig. 194. Ciclul de dezvoltare la *Ginkgo biloba*: 1 – ramură de la exemplarul masculin cu frunze şi ansambluri de flori masculine alcătuite din microsporofile (stamine) dispuse pe receptacule lungi axilare; 2 – microsporofila cu trei saci polinici; 3-4 – grăuncior de polen; 5 – celulă anteridială cu spermatozoizi; 6 – ramură de la exemplarul feminin cu frunze şi două ovule; 7 – 2 ovule în vârful unor pedunculi dichotomic ramificaţi; 8 – ovulul în secţiune longitudinală; 9 – vârful ovulului cu: i – integument; n – nucela; e – endosperm primar cu două arhegonii rudimentare; 10 – sămânţa şi 11 – în secţiune longitudinală; 12 – sămânţa germinată cu plantula formată (după Soó)

Ginkgo biloba este o adevarată „fosila vie", care s-a păstrat neschimbată din Permianul Inferior (cu circa 290 milioane de ani în urmă). Se pare că, acum câteva mii de ani, arborii de *Ginkgo* erau cultivaţi extensiv în jurul templelor budiste din China. De atunci populaţiile naturale, din care se trag arborii cultivaţi actualmente în China şi Japonia, în rezervaţii ştiinţifice, au dispărut. Pentru a preîntâmpina dispariţia acestui arbore frumos, care, la o privire superficială, pare un arbore foios cu frunze cazătoare toamna, el este cultivat în parcuri în toată lumea. Se prezintă sub formă de arbore puternic ramificat, de până la 30 m înălţime, cu lastari lungi şi scurti. Frunzele, în formă de evantai şi cu nervaţie riguros dichotomă, sunt căzătoare toamna. La reprezentanţii mai vechi frunzele erau mult mai divizate. *Ginkgo biloba* este un arbore dioic (fig. 194).

Microsporofilele sunt turtite dorso-ventral şi fiecare dintre acestea prezintă câte trei saci de polen. Aceastea sunt grupate în ansambluri „flori ♂" dispuse axilar, pe receptacule lungi. Polenul este rotund, se răspândeşte prin luna mai şi prezintă în interior trei celule, dintre care cea internă, anteridială, dă naştere la doi spermatozoizi, cu numeroşi flageli dispuşi în spirală. La genul *Baiera* din Mezofitic, microsporofilele erau, mai mult sau mai puţin, radiare (şi nu dorso-ventrale).

Megasporofilele sunt solitare, pe un peduncul simplu sau ramificat, de regulă generală numai cu două ovule ortotrope. Formarea ovulului începe toamna, când este alcătuit dintr-un integument cu micropil si nucelă. În primăvara următoare se diferențiază camera polinică și o celulă haploidă (din cele patru inițiale) numită megaspor. Din megaspor se formează endospermul primar, pe care se diferențiază două arhegonii rudimentare. După polenizare și fertilizare, numai un ovul se transformă în sămânță, celalalt dispare. La genul fosil *Baiera*, pedunculii erau mult ramificati.

Gametofiții masculini și feminini sunt pluricelulari, relativ cu numeroase celule. Fertilizarea este zoidiogama cu spermatozoizi mari, flagelați. Între polenizare și fertilizare se înterpune o perioada de câteva luni, încât, deseori semințele cad aproape ca ovule nefertilizate. Din singurul lor integument se formează o sarcotesta exterioară cărnoasă, mirosind puternic a acid butiric și o sclerotesta interioară ca o coajă tare. La interiorul acesteia se află endotesta subțire. Răspândirea este endozoochoră. Din germinarea semințelor se formează o plantă cu două cotiledoane și apoi arborele verde vara.

Utilizări. Pe lângă importanța științifică, ornamentală și ca arbore forestier, *Ginkgo biloba* (Arborele templier japonez, Ginkgo, Bradul sacru al japonezilor) are și valoare medicinală, farmaceutică. Se folosesc frunzele, care conțin flavonozide, glicozide biflavonoide, lactone și un compus antocianic. Extractul de *Ginkgo biloba* acționează corectând simptomatologia psihică, procesul de memorizare, randamentul fizic, simptome frecvente și supărătoare ale bătrâneții. Este utilizat cu succes și în patologia cardio-vasculară, acționând asupra circulației venoase și arteriale, îndeosebi cerebrală și periferică.

1.2. Clasa *PINOPSIDA*

Reprezentanții sunt arbori sau arbuști fosili și actuali. Microsporofilele și megasporofilele se dispun, lateral sau terminal, pe receptacule scurtate. Microsporofilele („staminele") sunt îndesuite și prezintă grupe de saci cu polen pe pedunculi plați. Megasporofilele („carpelele") prezintă ovule pedunculate sau sesile și sunt grupate în inflorescențe de tipul conului (strobilului) sau amenților (mai ales microsporofilele). Pe lângă solzii fertili (megasporofile), cu ovule, se află și solzi sterili protectori.

Sistematica. Clasa cuprinde doua subclase: *Cordaitidae* și *Pinidae*, care se deosebesc, înainte de toate, prin construcția conurilor masculine și feminine.

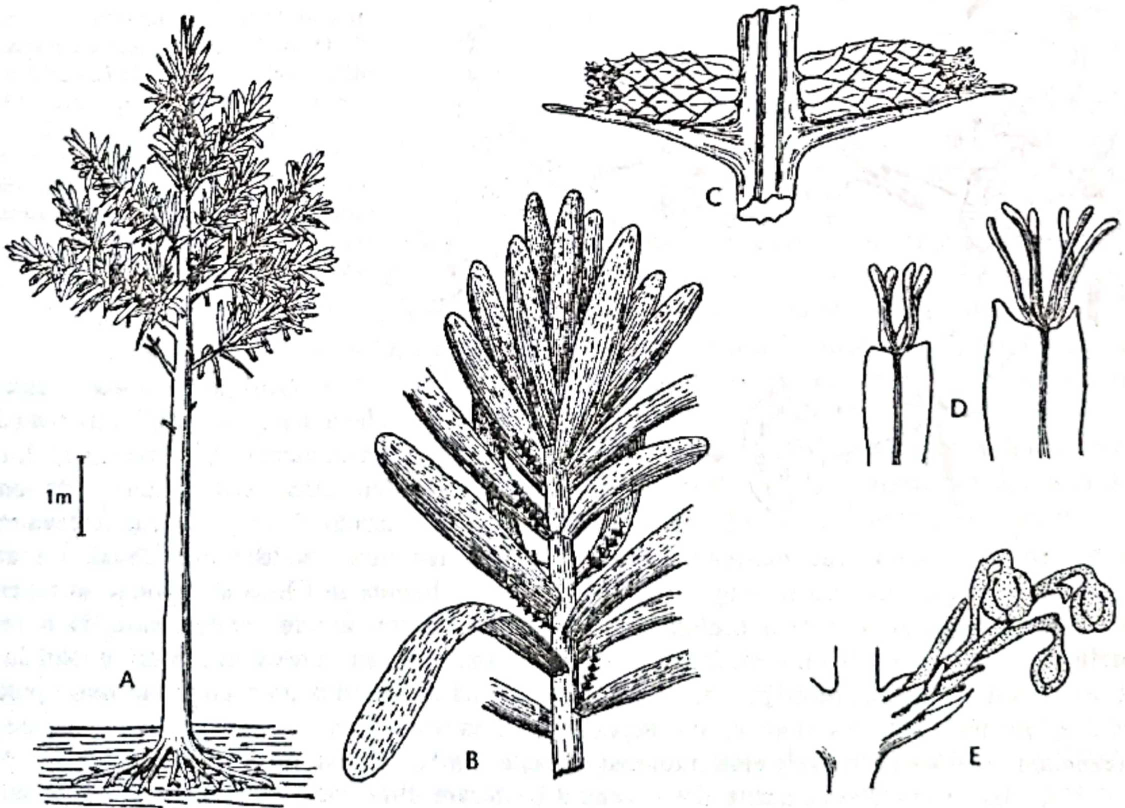


Fig. 195. *Cordaitidae* (Carbonifer – Permian): A. *Corduites sp.* - habitus (circa 10 m); B – lăstar cu frunze și inflorescențe axilare de la *Cordaites laevis*; C – *Cordaianthus concinnus* – 2 flori ♂; D – Stamine cu grupe de saci polinici, în sus, de la *C. penjonii*; E – floarea ♀ de la *C. pseudofluitans* cu frunză purtătoare, solzi sterili și carpele cu ovule pedunculate (A, B- după Grand'Eury; C- după Delevoryas; D, E- după Florin, din Strasburger, 1999)

2.1. Subclasa *CORDAITIDAE*

Reprezentanții sunt forme exclusiv fosile. În organizarea „florilor" lor este o concordanță deplină cu planul de construcție de bază al „florilor" de la *Coniferophytina*. Atât la complexele de microsporofile („stamine") și megasporofile („carpele"), pe lângă părțile fertile se află și numeroase frunze sterile ca niste solzișori.

În conurile ♂, pe un receptacul scurt, se aflau mai întâi frunze protectoare („periant") și mai multe microsporofile („stamine"), fiecare cu mai mulți saci polinici. În conurile ♀ se aflau frunze sterile solziforme și puține megasporofile („carpele"), fiecare cu câte un ovul, rareori două, ca urmare a ramificării pedunculului. Polenul prezenta camere cu aer și se presupune că fertilizarea se realiza prin spermatozoizi.

Cordaitidele au apărut în Carbonifer, când formau păduri întinse și au dispărut în Jurasic. Erau arbori de 30 de metri înălțime, bogat ramificați, cu coroana extinsă. Prezentau crestere secundară în grosime cu traheide areolate de tip „araucarioid" și măduva compartimentată transversal. Frunzele erau lanceolate sau sub formă de panglică, dispuse spiralat și cu nervație dichotomic-paralelă.

Genuri: ***Cordaites*** (*C. laevis* - fig. 195-A), ***Cordaianthus*** (*C. pseudofluitans*), ș.a. - care au trăit în Carbonifer - Jurasic, împreună cu *Lycopsidae*- le lemnoase.

2.2. Subclasa *PINIDAE* (= *CONIFERAE*)

- Rășinoase

Rășinoasele se prezintă ca arbori bogat ramificați sau, mai rar, arbusti cu lăstari monopodiali, pe care ramurile laterale, de ordin diferit, sunt dispuse etajat. Deseori, ramurile sunt diferențiate în dolicoblaste si brahiblaste.

Rădăcinile sunt pivotante (*Abies*) sau plane, trasante (la *Picea* ș.a.), din care pornesc ramificații verticale în sol și formează sistemul coborâtor de rădăcini, adaptat zonelor montane cu substrat stâncos. Prezintă micorize ectotrofe, datorită cărora pot să-și extindă aria de răspândire dar și de nutriție.

Frunzele, la formele primitive, prezintă nervațiune bifurcată până la paralelă. La speciile actuale, frunzele sunt în forma de panglică, ac sau solz, dispuse spiralat, verticilat sau opus.

Pe lângă forme viguroase, vesnic verzi și cu adaptări xeromorfe, izolat se găsesc și forme verzi numai vara. În toate organele lor se află canale pentru rășină, de la care a derivat denumirea populară.

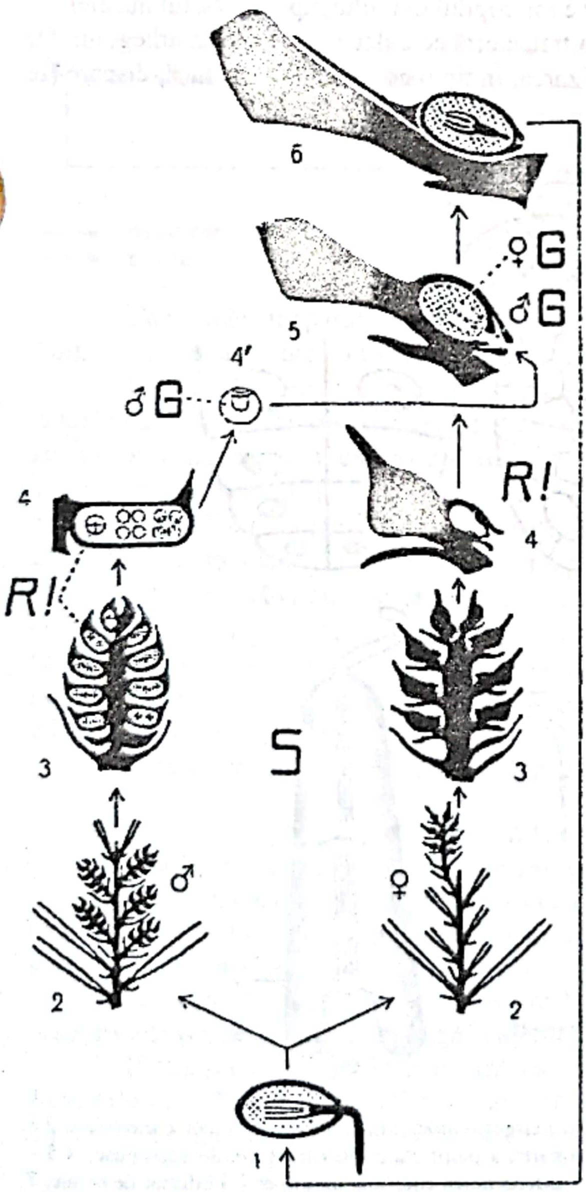


Fig. 196. Schema ciclului de dezvoltare la *Pinus sp.* cu schimbarea de generații: Sporofit (S_{2n}) și Gametofit (G_n) precum și schimbarea fazei nucleului: Diplofaza-Meioza (R!) și Haplofaza: 1 – sământa care germinează, cu testa, endosperm primar (hașurat) și embrion; 2 – ansamblu de părți care poartă sau au purtat frunze, ca și flori ♂ și inflorescențe ♀; 3 – floare ♂ și inflorescență ♀; 4 – o stamină cu sac polinic în care se află celule mamă de polen, R! și formarea tetradelor de microspori și apoi grăunciorii de polen pluricelulari (4') (stânga); – o floare ♀ cu bracteea însoțitoare (solz de acoperire), carpela cu ovulul situat la bază, R! cu formarea megasporilor, dintre care numai unul, prin mitoze, formează endospermul primar cu două arhegonii; 5 – fertilizarea și formarea zigotului; 6 – floarea ♀ cu solz de acoperire, carpela cu ovulul transformat în sămânță, în care se observă embrionul înconjurat de endosperm primar (după Firbas)

Ciclul de dezvoltare (fig. 196)

„Florile" sunt unisexuate şi dispuse monoic sau dioic.

Ansamblurile de microsporofile („stamine") au formă de conuri sau amenţi şi stau separate sau grupate lax la vârfurile ramurilor. Pe receptacule se află numeroase microsporofile, turtite dorso-ventral, cu sacii de polen pe partea inferioară, dispuse dens în spirală.

Ansamblurile de megasporofile („carpele") formează totdeauna inflorescenţe, mai mult sau mai puţin bogate, de cele mai multe ori, în formă de con (strobil). Pe axul conului se află solzi sterili (frunze acoperitoare) dispuşi în spirală, verticilat sau opus şi în unghiurile lor solzi fertili (ai seminţelor), cu mai multe ovule (rareori numai unul), care, de cele mai multe ori, stau pe o parte de solz încă vegetativă.

Interpretarea morfologică a conului feminin al coniferelor a fost mult timp controversată. Abia cercetarile asupra fosilelor de *Voltziales* au demonstrat, cu siguranţă, că solzul seminţei/seminţelor corespunde unui lăstar scurt cu frunze (solzi) sterile şi fertile (cu ovule). În acest fel s-a făcut omologarea cu situatia de la *Cordaitidae*. De aceea, conurile ♀ ale coniferelor nu reprezintă „flori individuale", ci inflorescente, spre deosebire de acestea.

Fiecare ovul conţine numai un megaspor, din ale cărui diviziuni mitotice se formează endospermul primar (gametofitul ♀), ca un protal pluricelular, pe care se dezvoltă mai multe arhegonii. Fiecare arhegoniu prezintă un număr mai mare de celule ale peretelui gâtului la *Pinaceae* şi o singură celulă a canalului burţii arhegoniului.

Gametofitul ♂ se formează în grăunciorul de polen şi prezintă 2 (1) celule protaliene, o celulă vegetativă, o celulă sterilă (dislocatoare) şi o celulă spermatogenă.

Grăunciorii de polen sunt transportaţi de vânt pe micropilul ovulului, apoi în vârful nucelei unde germinează şi dau naştere la tubul polinic. Acesta transportă cele două spermatii la arhegonii. De cele mai multe ori, numai o spermatie realizează fertilizarea, în timp ce cealaltă, mai mică, dispare (se resoarbe).

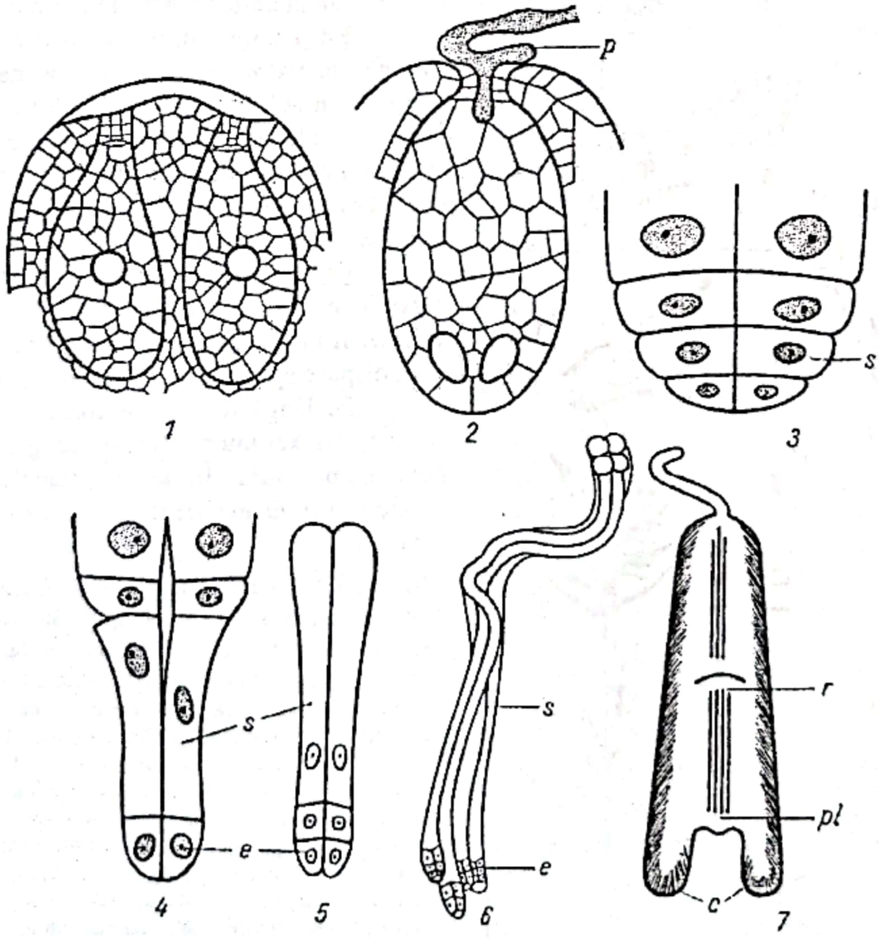


Fig. 197. Formarea embrionului la conifere: 1 – ovulul cu endospermul primar şi două arhegonii cu câte o oosferă; 2 – fertilizarea şi formarea zigotului; 3 – diviziuni ale zigotului şi formarea a patru etaje din câte 4 celule suprapuse; 4-5 – alungirea celulelor din etajul superior şi formarea suspensorului; 6 – diferenţierea embrionului din etajul inferior de celule; 7 – embrionul: p – tubul polinic; s – suspensor; c – cotiledoane; r – radicula; pl – plumula; e – embrion (după Firbas)

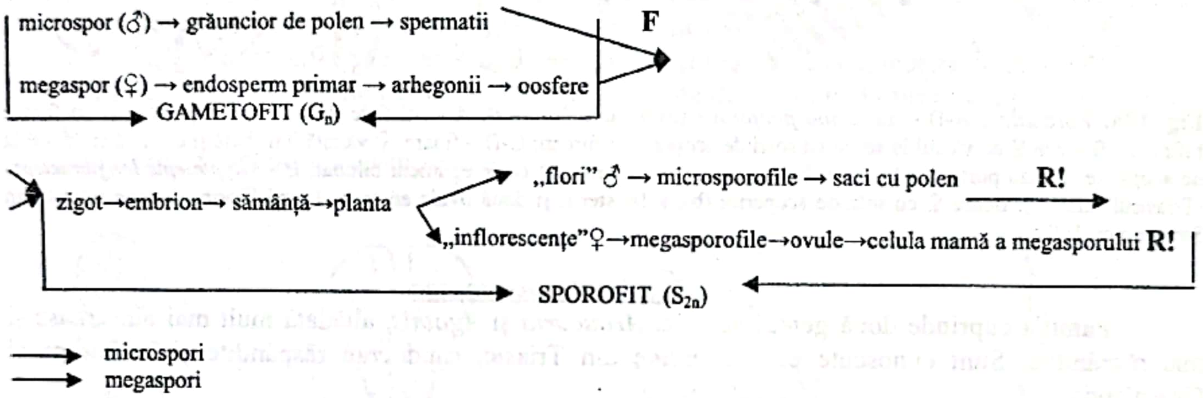
Din zigot rezultă mai întâi un proembrion şi abia din acesta (într-un mod puţin diferit la familii sau la genuri distincte) se formează unul sau mai mulţi embrioni (fig. 197).

În ciclul de dezvoltare sunt două generaţii: S_{2n}, care reprezintă planta propriu-zisă, cu lăstari, rădăcină şi „flori"/inflorescenţe şi gametofiţi G_n mult simplificaţi, nevascularizaţi şi dependenţi toată viaţa de sporofit, care îi susţine şi îi hrăneşte.

Poate fi o poliembrionie monozigotică, când dintr-un zigot se formează patru nuclei liberi, se aşază într-un plan, apoi două etaje din câte patru nuclei şi ulterior, prin apariţia pereţilor celulari şi diviziunea celulelor fiecarui etaj, iau naştere patru etaje din câte patru celule. Din etajul cel mai de jos, prin scindare longitudinală şi izolare laterală, iau naştere patru embrioni genotipic egali, iar din etajele de deasupra se formează suspensori embrionari, care împing embrionii în endospermul primar, care este ţesut nutritiv. Poate fi şi o poliembrionie polizigotică, atunci când pot fi fecundate mai multe arhegonii, se formează, mai multi zigoţi şi, astfel, mai multi embrioni (ex. la *Pinus*).

În cele din urmă rămâne, însă, în viaţă un singur embrion şi anume acela care, cu ajutorul suspensorului, s-a cufundat cel mai adânc în protalul ♀ (endospermul primar) şi deci este cel mai bine hrănit. Acesta dezvoltă după un timp o rădăcină principală şi mai multe cotiledoane (5-18).

La alte genuri şi familii ale *Pinidae*- lor dintr-un zigot se dezvoltă numai un embrion, situaţie considerată ca iniţială, în timp ce poliembrionia reprezintă un caracter derivat.


microspor (♂) → grăuncior de polen → spermatii
F
megaspor (♀) → endosperm primar → arhegonii → oosfere
GAMETOFIT (G_n)
„flori" ♂ → microsporofile → saci cu polen
R!
zigot→embrion→ sămânţă→planta
„inflorescenţe"♀→megasporofile→ovule→celula mamă a megasporului R!
SPOROFIT (S_{2n})
microspori
megaspori

Coniferele au aparut pentru prima dată în Carboniferul Superior cu formele cele mai primitive *Voltziales*, asemănătoare cu Cordaitele.

În Mezofitic se dezvoltă apoi *Pinales*, care astăzi sunt răspândite pe tot globul. Formele actuale cu 8 familii şi aproximativ 550 de specii, reprezintă de departe cea mai „eficace" grupă de spermatofite gimnospermice. Cu mecanismele lor de producere, protecţie şi dispersare a seminţelor, coniferele au devenit principala grupă de plante de uscat a Mezofiticului. Au apărut însă angiospermele, care au avut mai mare succes adaptativ şi evolutiv. Cu toate acestea, multe specii de conifere sunt dominante în multe regiuni ale globului şi în special în Emisfera Boreală (la latitudini) mari (ex. taigaua siberiană) şi la altitudini mari în munţi. Astăzi ele reprezintă principala sursă de cherestea, hârtie şi multe alte produse comerciale şi industriale. Frecvent, de la conifere se utilizează răşinile, uleiurile eterice, terebentina, în tehnică, medicină, etc. Nu este de neglijat valoarea estetică, peisagistică a pădurilor din munţi, dar şi ca grupuri sau arbori izolaţi în parcuri, grădini, arbori de aliniament de-a lungul străzilor etc.

Sistematica. Subcl. *Pinidae* cuprinde două ordine: *Voltziales* şi *Pinales*.

2.1. Ordinul *VOLTZIALES*

Acestea reprezintă primele gimnosperme autentice.

Caracteristica lor o reprezintă faptul că frunzele solzi sterile şi megasporofilele, cu câte un ovul atrop aplatizat, sunt dispuse, mai mult sau mai puţin spiralat, şi nu sunt contopite într-un solz complex al seminţelor.

Pe plante se găsesc, încă, şi frunze bifurcate. În xilemul secundar se află traheide areolate araucarioide (cu porii aranjaţi ca fagurii albinelor).

Voltziales au jucat un mare rol ca arbori, din Carboniferul Superior până în Permian (cu ***Lebachia*** - fig. 198 A-D), mai departe în Triasic şi Jurasic (cu *Pseudovoltzia* şi *Glyptolepis* - fig. 198-E), când au alcătuit păduri întinse. După aceea au pierit.

2.2. Ordinul *PINALES*

Acest ordin ocupă poziţia centrală în cadrul *Pinidae*- lor. Sunt legate prin forme de trecere mezofitice de *Voltziales* fosile.

Sistematica. Ordinul *Pinales* cuprinde 8 familii răspândite pe tot globul: *Araucariaceae, Pinaceae, Taxodiaceae, Cupressaceae, Sciadopityaceae, Podocarpaceae, Cephalotaxaceae, Taxaceae.*

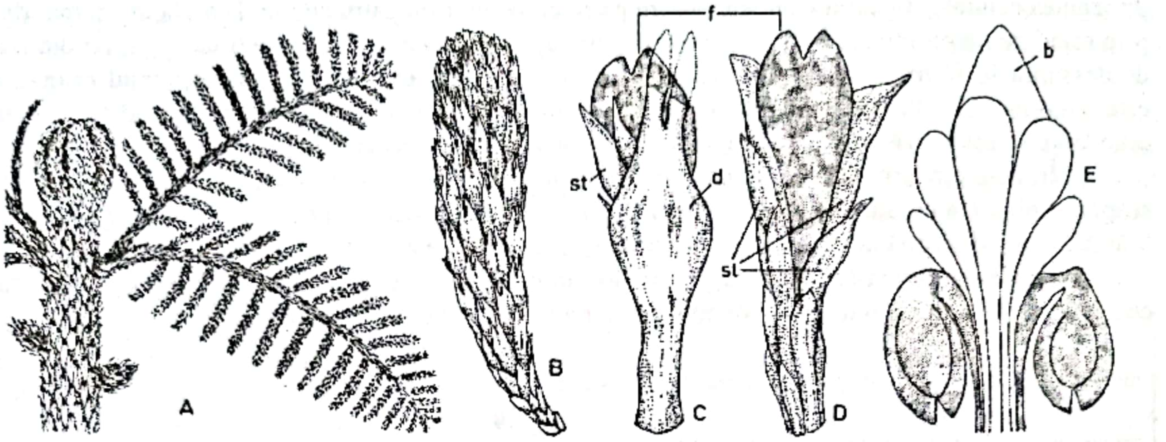


Fig. 198. *Voltziales*: A-D – *Lebachia piniformis* (Permianul Inferior): A – vârf de lăstar; tulpina principală cu frunze bifurcate; B – con ♀ cu vârful în sus şi cu solzi de acoperire bifurcaţi; C-D – floare ♀ văzută din spate şi din faţă cu: d – solz de acoperire (frunză purtătoare); st – solzi sterili; f – ovul aplatizat cu integument bilobat; E – *Glyptolepis longibracteata* (Triasicul Inferior): floare ♀ cu solz de acoperire (b), solzi sterili şi două ovule anatrope (după Florin, E- schematizat, din Strasburger, 1999)

Familia *Araucariaceae*

Familia cuprinde două genuri actuale: *Araucaria* şi *Agathis*, altădată mult mai numeroase şi mai răspândite. Sunt cunoscute cu certitudine din Triasic, când erau răspândite şi în Europa şi Groenlanda.

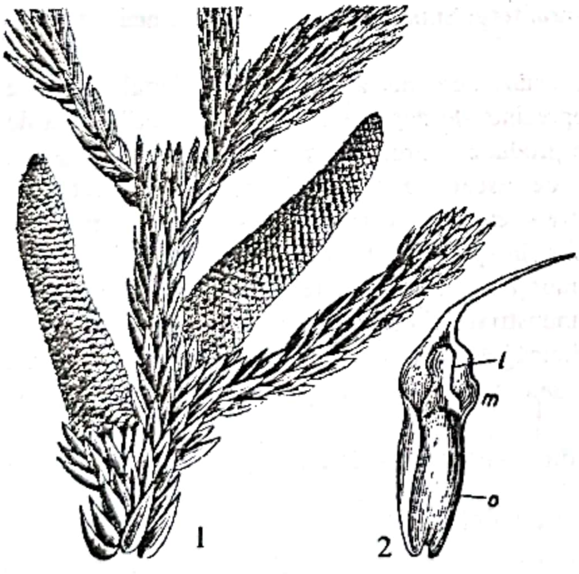


Fig. 199. *Aracauriaceae*: 1. – *Araucaria brasiliana* – lăstar cu frunze şi conuri masculine; 2 – o megasporofilă (carpelă): l – ligulă; m – solzul steril; o – sămţânţa aripată (după Soó)

Astăzi, reprezentanţii familiei sunt răspândiţi numai în Emisfera de Sud, tropicală şi subtropicală.

Ele sunt forme arborescente, cu coroana etajată la *Araucaria*. Frunzele sunt aciculare, dispuse spiralat (la *Araucaria*), lanceolat-eliptice, dispuse alternativ sau subopus (la *Agathis*). Traheidele din xilemul secundar au porii aranjati ca fagurii albinelor, o construcţie plesiomorfă „araucarioidă”. Conurile de *Araucaria* sunt lemnoase, cu numeroase complexe de solzi de acoperire, ce poartă o singură sământă.

Genul ***Araucaria*** cuprinde 16 specii răspândite în America de Sud, insulele din Pacific şi Australia. Cea mai cunoscută specie este *A. excelsa* (Brad de cameră) din Insula Norfolk a Pacificului, sub formă de arbore puternic ramificat, cu acele dispuse spiralat. *A. brasiliana* (fig. 199).

Genul ***Agathis*** cuprinde circa 20 de specii, răspândite în Asia de Sud-Est şi Noua Zeelandă.

Speciile de *Agathis*, furnizează răşini de copal, utilizate la fabricarea unor materiale dentare.

Familia *Pinaceae*

A. Aparatul vegetativ

Pinaceele sunt arbori, uneori foarte mari, rareori arbuşti, cu ramificare monopodială. Pe tulpină se pot afla numai lăstari lungi (dolicoblaste), sau lăstari lungi şi lăstari scurţi (brahiblaste).

Numai lăstari lungi se află la *Abies*, *Picea* şi la speciile de *Tsuga* şi *Pseudotsuga* (care cresc spontan numai în Asia de Est şi America de Nord).

Lăstari lungi şi scurţi se află la *Larix* (verde numai vara) (fig. 201 G, H) şi *Cedrus* (veşnic verde).

Fiecare lăstar lung poartă, în primul an, ace verzi, în al doilea an se dezvoltă însă din unghiurile acestora lăstari scurţi (pe care se află manunchiuri de ace) şi care pot creşte în continuare mai multi ani. La pini însă, acele stau numai pe lastari scurti. La *Pinus*, plantulele, în primul şi în al doilea an, formează, de fapt şi la aceştia, lăstări lungi cu ace verzi. Mai târziu însă, pe aceşti lăstari se află numai frunze solzoase brune, din unghiurile cărora, în acelaşi an, se dezvoltă lăstari scurţi, care poartă mai întâi frunze inferioare membranoase şi apoi numai frunze aciculare lungi, în grupe de 5, 3, 2, sau chiar numai una.

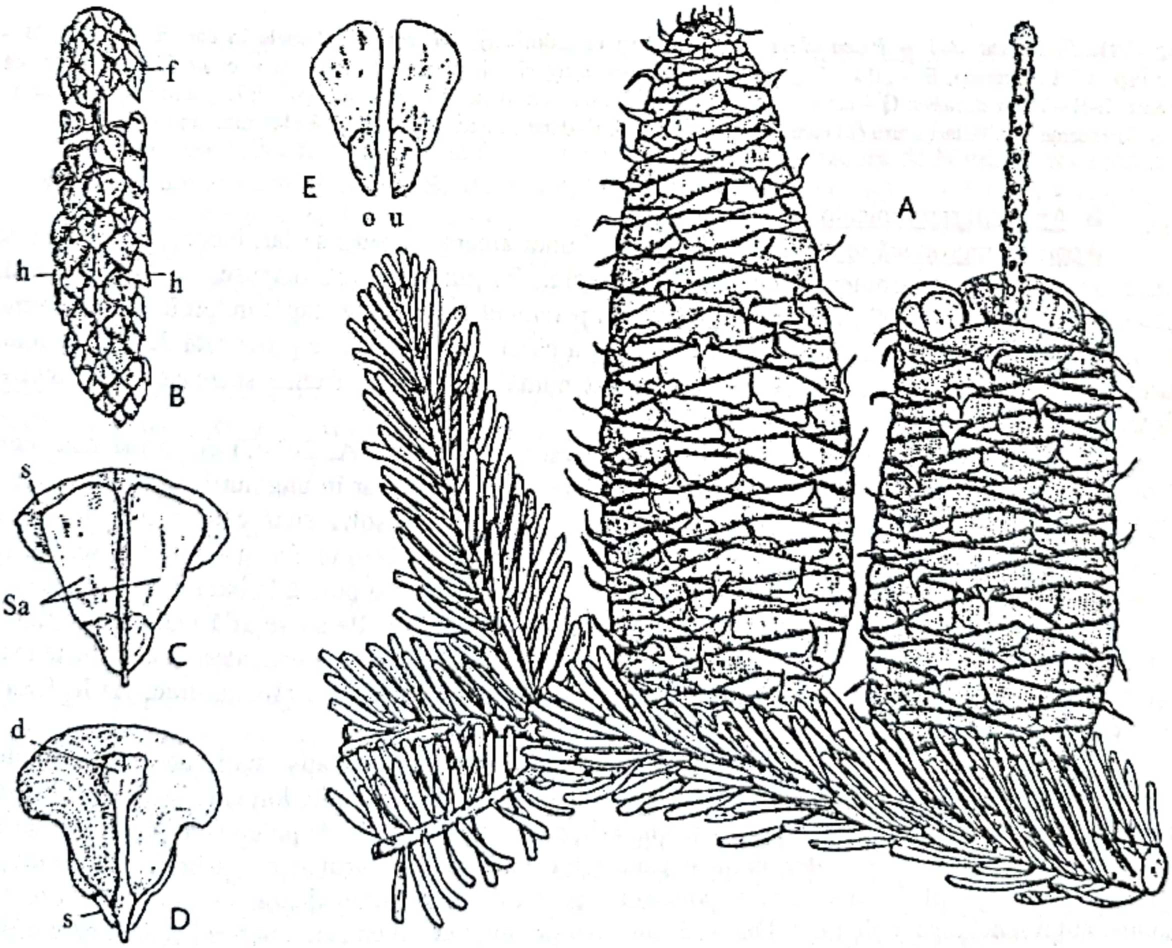
Frunzele sunt aciculare, solitare sau în mănunchiuri. Deşi majoritatea pinaceelor trăiesc în biotopuri umede sau chiar mlaştinoase, frunzele prezintă întocmiri xeromorfe. Astfel, se previn pierderile de apă, care nu ar putea fi compensate de sistemul lor lemnos de conducere, încă primitiv, alcătuit numai din traheide în care apa circulă cu viteză foarte mică.

La speciile indigene de *Abies*, *Picea*, *Pinus*, frunzele trăiesc în funcţie de condiţiile mediului, între 3-9 ani (rareori mai mult). Frunzele prezintă o bază şi lamină. La *Picea*, lamina frunzei cade, iar baza, care rămâne, concreşte cu aşa numita „perna a frunzei" situată pe lăstar. De aceea, lăstarii de molid, spre deosebire de cei de brad, au un aspect zgrăbunţos.

Rădăcinile sunt lemnoase, ramificate monopodial şi prevăzute cu micorize ectotrofe.

Pinaceele au în tuburile perforate (ciuruite) plastide de tipul „P" în timp ce alte gimnosperme prezintă plastide de tip „S ".

Pinaceele sunt unisexuat-monoice.



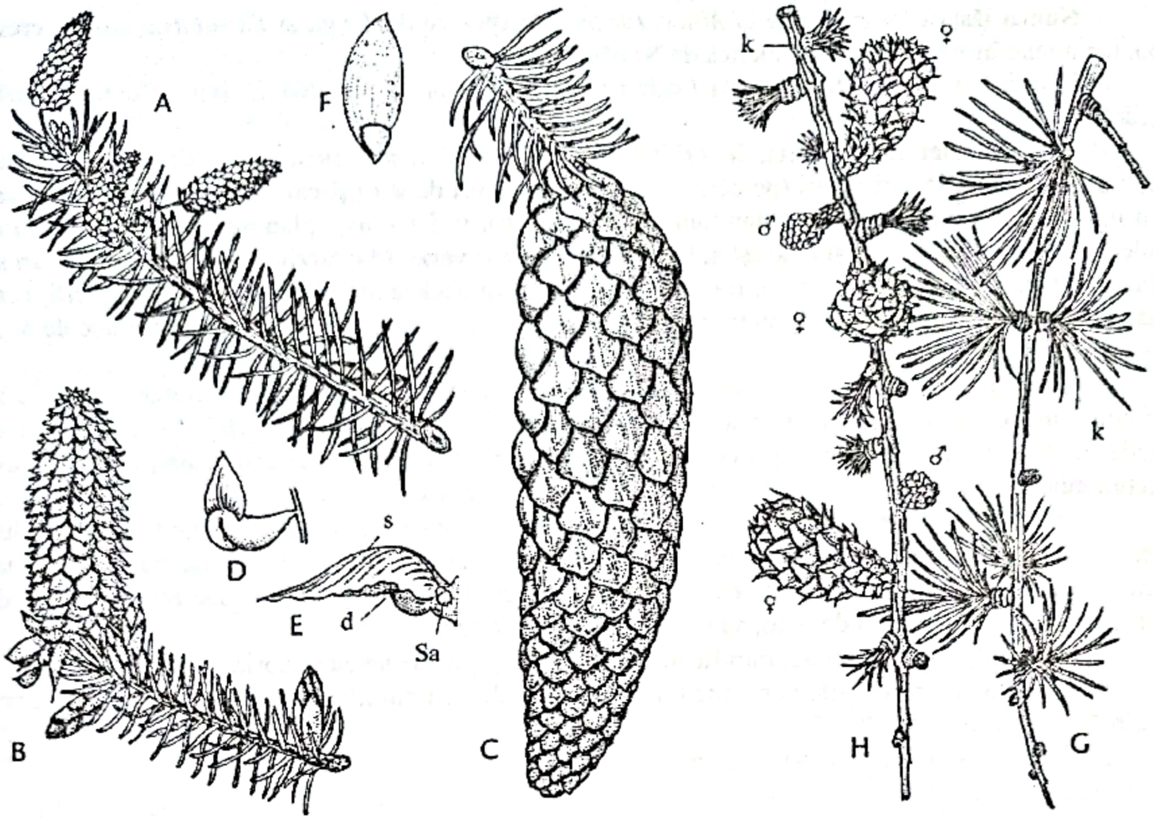


Fig. 201. *Pinaceae*: A-F – *Picea abies*: A-C – lăstari cu „flori" ♂, inflorescenţe femele în conuri pendente; D – microsporofilă (stamină); E – „floare" ♀ cu solz de acoperire (d) şi solz al seminţelor (s) ca şi ovule (Sa); F – sământă aripată; G-H – *Larix decidua*; G – lăstar lung cu mai mulţi lăstari scurţi cu numeroase ace (vara); H – lăstar lung cu „flori" ♂, inflorescenţe ♀ şi lăstari scurţi (k) care apar primăvara (A-F- după Karsten; G-H- după Willkomm, din Firbas)

B. Aparatul reproducător

Aparatul reproducător masculin are aspectul unor amenţi, dispuşi axilar, înconjuraţi la bază de frunze solzoase care simulează un periant simplu. Pe un ax sunt dispuse, în linie spirală, microsporofilele („stamine"), fiecare aşezată pe un peduncul scurt, cu un capăt îndoit în sus, în formă de solz şi pe partea inferioară cu doi saci de polen, a căror deschidere este provocată de un exoteciu. Ansamblul de microsporofile de pe ax, înconjurat numai la bază de frunze solzoase, reprezintă o „floare" ♂ (fig. 200-B).

Aparatul reproducător feminin este o inflorescenţă (fig. 200-A; 201-C) de forma unui con (strobil). Pe un ax se inserează numeroşi solzi de acoperire (sterili), iar în unghiurile acestora câte un solz fertil (al seminţelor) care reprezintă megasporofila. Ambii solzi sunt concrescuţi. La baza megasporofilei se află câte două ovule anatrope (megasporangi). Ansamblul alcătuit din solzul de acoperire (steril), solzul fertil (al seminţei) numit megasporofilă, care poartă la bază cele două ovule, de regulă generală anatrope, mai rar atrope, reprezintă o „floare" ♀. Pe ax se află mai multe „flori" feminine, deci conul ♀ este o inflorescenţă. În perioada maturării conului, solzul steril poate creşte mai mult şi iese în afară (*Abies*, *Pseudotsuga*). De cele mai multe ori, acesta rămâne mic, iar la *Pinus* dispare complet.

Polenizarea şi fertilizarea (fig. 202). Grăunciorii de polen, relativ mari, de la mai multe pinacee, îşi micşorează viteza de cădere, datorită sacilor cu aer, de pe laturile lor, care se formează prin îndepărtarea exinei de intină. În perioada polenizării, când grauncioarele de polen sunt purtate de vânt către ovule, în acestea nu este dezvoltat megaprotalul (endospermul primar cu arhegoanele) uneori nici măcar megasporul. De aceea, între polenizare şi fertilizare se intercalează o perioadă, mai mult sau mai puţin îndelungată, de timp. După pătrunderea granulei de polen prin micropil şi apoi pe vârful nucelei, micropilul se închide şi se pune la adăpost polenul. Acesta germinează numai după formarea megaprotalului cu cele două arhegoane.

Cel mai lung timp între polenizare şi fertilizare este la *Pinus*. Conurile feminine încep să se formeze în mai, abia în primăvara următoare se dezvoltă şi iau aspectul de conuri mici verzui, când are loc polenizarea şi fertilizarea. Vara cresc la dimensiunile complete şi abia în vara spre toamna din anul următor eliberează seminţele.

La celelalte genuri autohtone polenizarea şi fertilizarea are loc în acelaşi an.

Conurile feminine totdeauna sunt îndreptate cu vârful în sus în perioada polenizării. La *Abies* şi *Cedrus* acestea îşi păstrează poziţia şi după fertilizare, iar la maturarea seminţelor se depărtează solzii şi uşurează deseminarea. La *Picea* ş.a. conurile feminine după polenizare se înconvoaie cu vârful în jos. După maturare, spre toamnă, se eliberează seminţele şi după împrăştierea acestora, conurile cad ca un întreg.

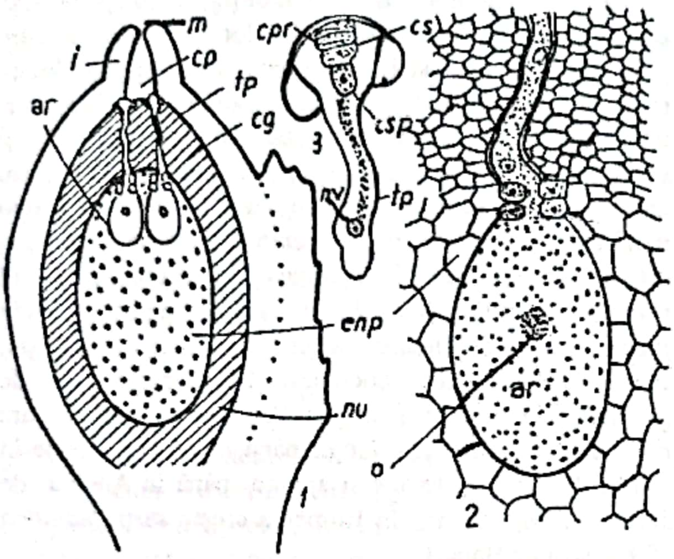


Fig. 202. Fertilizarea la *Pinus sp.*:1 – ovulul prin micropilul căruia pătrund tuburile polinice până la arhegonii cu oosfere; 2 – gelificarea vârfului tubului polinic şi pătrunderea spermatiilor în arhegonii; 3 – grăunciorul de polen cu intină, exină şi sacii cu aer (lateral) şi formarea de către intină a tubului polinic: ar – arhegonii; cg – celulele gâtului arhegoniului; cp – camera polinică; cpr – celulele protaliene; cs – celula sterilă (dislocatoare); csp – celula spermatogenă; enp – endosperm primar; i – integument; m – micropil; ns – nucleul spermatic (spermatie); nu – nucelă; nv – nucleu vegetativ (al tubului polinic) o – oosfera; tp – tub polinic (după Grinţescu)

Seminţele pinaceelor prezintă o aripă membranoasă, provenită din concreşterea tegumentului cu ţesuturile superficiale ale solzului seminţei, care, astfel, ajută la împrăştiere.

În Europa Centrală cresc spontan specii de la genurile *Abies, Picea, Larix, Pinus.*

Genul ***Abies*** (Bradul) încadrează 60 de specii răspândite în Emisfera de Nord. Sunt cunoscute cu certitudine din Miocen. *A. alba* – Bradul nobil, Bradul alb (din cauza cojii sale deschise la culoare) (fig. 200 B-E) se recunoaşte după acele plate, la vârf emarginate, cu baza în formă de disc. Conurile feminine nu cad la maturare, ci numai solzii cu seminţele, rămânând axul drept ca o lumânare. Spontan creşte la munte, mai rar în arborete pure (brădete), de obicei în amestecuri cu fagul şi molidul. Este un arbore pretenţios la sol şi la climă. Este sensibil la noxele industriale, la roaderea de către animalele sălbatice, iar după defrişare se reface foarte greu. Din răşina lui se extrage terebentina. *A. balsamea* (Brad de Canada) este bradul din care se extrage Balsamul de Canada, o terebentină cu utilizări în micrografie, dar şi cu utilizări medicinale, la vindecarea rănilor deschise. *A. concolor* (Brad argintiu) este originar din America de Nord. *A. nordmanniana* (Bradul de Caucaz) (fig. 200-A) se cultivă pentru ornament.

Genul ***Larix*** include 10 specii în Emisfera de Nord. *L. decidua* (Lariţa, Zada europeană) este un arbore care necesită multă lumină. *L. d.* subsp. *decidua* (Lariţa de Alpi) creşte masiv până la limita pădurii. *L. d.* subsp. *carpatica* (Lariţa de Carpaţi) (fig. 201. G, H) este diseminată prin păduri de răşinoase cu fag din Carpaţi. Se recunoaşte prin cele două feluri de ramuri, dolicoblaste, pe care acele sunt dispuse spiralat şi brahiblaste, cu acele verticilate câte 20-40. Acele sunt căzătoare în fiecare toamnă. Conurile feminine sunt aproape sferice. Polenul nu are saci cu aer. *L. sibirica* (Lariţa de taiga) atinge înălţimi de până la 40 m.

Genul ***Picea*** (Molidul) încadrează 50 specii răspândite în Emisfera de Nord. Ca fosile se cunosc din Cretacicul Inferior. *P. abies* (Molidul, Bradul roşu) (fig. 201. A-F) are aria de răspândire, teritoriul nord-european-siberian, iar la şes este răspândit în Suedia Centrala şi de Sud (Uppsala). În sud este limitat la zona montană, unde adesea formează păduri spre golul de munte, la fel ca şi la latitudinile nordice înaintate. Se recunoaşte prin acele sale tetramuchiate, ascuţite la vârf şi dispuse spiralat pe ramuri. Conurile feminine, după împrăştierea seminţelor, cad în întregime. Este de o foarte mare importanţă economică şi de aceea se fac împăduriri artificiale cu molid. Lemnul conţine răşina. Este utilizat în largă măsură ca lemn de construcţie, material de rezonanţă pentru instrumente muzicale (vioara, violoncel, ş.a.). Reprezintă materie primă de bază pentru fabricarea hârtiei. *P. punges* var. *argentea* (Molidul argintiu înţepător) este originar din America de Nord şi se cultivă frecvent pentru ornament. *P. obovata* (Molidul de Siberia).

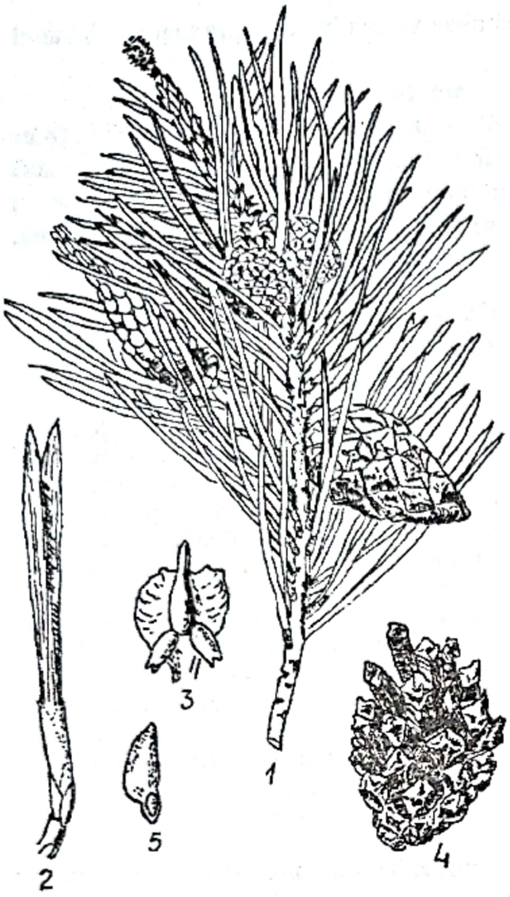


Fig. 203. *Pinus nigra:* 1 – lăstar cu frunze, conuri ♀ la bază şi flori ♂ în vârf; 2 – 2 frunze într-o teacă; 3 – megasporofilă cu 2 ovule anatrope; 4 – con femel matur; 5 – o sământă aripată

Genul ***Pinus*** (Pinul) (fig. 203) cuprinde circa 150 specii răspândite peste tot în America de Nord, Europa şi Asia Orientală şi o singură specie insulară (Ins. Sonde – în Oc. Pacific). Fosile sunt cunoscute din Jurasicul Superior. *P. sylvestris* (Pinul roşu, Pinul de pădure) este un arbore nepretenţios la mediul de viaţă. Poate creşte în zone uscate, la limita stepelor, dar şi în locuri mlăştinoase, pe soluri calcaroase şi silicioase, de la şes până la limita pădurii în munţi. Este o specie slab competitivă, care prosperă în locuri unde nu are concurenţa altor specii. Se recunoaşte prin ritidomul roşietic şi ace scurte (de 4-7 cm lungime), câte două într-un mănunchi. Se cultivă ca arbore forestier şi ornamental. *P. mugo* (Jneapănul) este arbust târâtor sau erect, de până la 4 m lungime, care creşte la altitudini mari (1.800 – 2.100 m). *P. cembra* (Zâmbrul coconar) este arbore cu 5 ace în mănunchi, pe lăstari scurţi. El prosperă la limita pădurii în Alpi şi Carpaţi şi mai ales în jnepenişuri. Seminţele sunt nearipate, cărnoase, comestibile, numite coconari. Sunt consumate de păsările de la munte. *P. nigra* (Pin negru) (fig. 203) are două ace în mănunchi, lungi, până la 14 cm. Creşte în ţinutul Mării Mediterane şi ajunge până în Austria de Jos (ca subsp. *nigra*). În România creşte susp. *banatica* (Pin negru de Banat).

Specii exotice de *Pinus* cultivate prin parcuri, grădini: *P. strobus* (Pin moale); *P. aristata* (Pin ţepos), care creşte în Munţii Albi din California şi unele exemplare ajung la 4.500 ani; *P. excelsa* (Pinul de Himalaya) este arbore de până la 50 m înalţime, cu ace moi, lungi de 10-18 cm, grupate câte 5 într-un mănunchi. *P. taeda* (Pinul de tămâie) din răşina căruia se prepară tămâia. Creşte în America de Nord.

Genul ***Pseudotsuga*** prezintă ace scurt peţiolate, care strivite degajă un miros plăcut de lămâie. *P. menziesii* (Douglasul american) poate ajunge la înaltimea de 120 m în vestul Americii de Nord. Este cultivat în plantaţii forestiere, dar şi ca arbore ornamental. La conurile feminine bracteile trilobate sunt exerte.

Genul ***Tsuga*** prezintă ace scurt peţiolate, conuri feminine foarte mici (→ 2 cm) cu bractei neexerte. *T. canadensis.*

Genul ***Cedrus*** (Cedrul) încadrează 4 specii cu areal disjunct în Africa de Nord, Orientul Apropiat până în Himalaya Occidentală. *C. atlantica* (Cedrul algerian) prezintă microblaste cu circa 25 ace verzi-albastrui, rigide, persistente. Se cultivă sporadic.

Pinaceele au aparut în Jurasic şi sunt răspândite aproape exclusiv în Emisfera de Nord. Formează păduri de conifere în zonele de şes ale Eurasiei şi Americii de Nord ca şi în munţi, împreună cu mestecenii şi plopii tremurători. În Emisfera Sudică sunt răspândite numai în munţi şi sunt legate de anumite trepte de înalţime. În Europa pinaceele evită, în mod surprinzător, vestul şi sud-vestul, cu ierni mai blânde.

Importanţa *Pinaceae*- lor

Pe lângă importanţa ştiinţifică şi rolul lor ecologic, mai ales în regiunile montane şi subalpine (*Picea abies, Abies alba, Pinus sylvestris, P. mugo*, ş.a.), unele specii de pinacee din flora României au şi o importanţă fitofarmaceutică, industrială, ornamentală, etc. Pentru scopuri medicinale, de la *Abies alba* se colectează, primăvara, mugurii (*Abies gemmae*, med.), iar din trunchiul arborelui, prin incizii, se obţine răşina şi apoi terebentina. De la molid (*Picea abies*) se colectează mugurii tineri şi răşina, care au utilizări medicinale (*Picea gemmae*, med.). De la *Pinus sylvestris* se colectează mugurii (*Pini gemmae*, med.), care conţin răşini şi ulei eteric şi intră în componenţa unor siropuri calmante pentru tuse.

Din frunze se extrage un ulei (*Oleum Pini foliorum*), care, datorită mirosului plăcut, este folosit la împrospătarea aerului din încăperi. De la *Pinus mugo* se extrage un ulei, utilizat în farmacie ca aromatizant (*Oleum Pini pumilionis*, off. - citat şi în Farmacopeea Română). Din lemnul de pin (specii diverse) se obţine prin distilare uscată, un gudron special (*Pix liquida*) folosit în dermatologie.

Din răşina zadei (*Larix decidua*) se extrage o terebentină valoroasă (*Terebentina laricina = Terebentina de Veneţia*).

Familia *Taxodiaceae*

Reprezentanţii sunt arbori, uneori uriaşi (*Sequoia, Sequoiadendron*), cu ramificaţie monopodială, rareori simpodială (*Taxodium*). Numai ramuri lungi se află la *Cunninghamia*, iar ramuri scurte, anuale, caduce împreună cu frunzele, la *Taxodium*. Au frunze aciculare sau scvamoase, persistente sau caduce, dispuse verticilat pe ramuri. La unele genuri este de remarcat heterofilia, cu două feluri de frunze (*Taxodium, Sciadopitys*).

Aparatul reproducător masculin este format din microsporofile dispuse pe amenţi (omologi cu florile ♂) terminali şi axilari. Polenul, fără saci cu aer, se formează în 2-9 saci cu polen de pe dosul microsporofilelor.

Conurile feminine se află pe acelaşi individ cu cele masculine (plante monoice). Megasporofilele, care sunt mai mult sau mai puţin concrescute cu bracteile, poartă pe dosul lor 2-12 ovule ortotrope. Conurile sunt lemnoase.

Seminţele sunt îngust aripate, iar embrionul prezintă 2-9 cotiledoane.

Taxodiaceele sunt specii boreale răspândite în Asia Orientală şi America de nord şi numai un gen în Emisfera Sudică: *Anthrotaxis* (în munţii din Tasmania).

Genul ***Taxodium*** încadrează 14 specii răspândite în S-E Statelor Unite. *T. distichum* (Chiparosul de mlaştină) formează pe coasta de nord a Golfului Mexic păduri de mlaştină întinse. Vara este verde, iar toamna îi cad frunzele. Este foarte bine cunoscut prin aşa-numitul „genunchi al rădăcinii", care reprezintă pneumatofori ce se ridică de pe rădăcină şi ies afară din apă sau mlaştină. Se cultivă şi în Europa de Nord şi Centrală ca arbore forestier şi ornamental, în zone mlăştinoase. *T. mucronatus* creste în Mexic. Poate ajunge la 50 m înălţime.

În această familie se încadrează şi arborii mamuţi, veşnic verzi, ai Californiei: ***Sequoiadendron giganteum*** din Munţii Sierra Nevada. Atinge înălţimea de peste 100 m, diametrul tulpinii în jur de 12 m şi vârsta de 3.000 ani; ***Sequoia sempervirens***[*] din Munţii Stâncoşi, poate ajunge la 100 m înălţime, diametrul trunchiului 8-9 m, vârsta de 500 ani (rareori ajunge la 1.800 ani). Creşte mult mai rapid decât *Sequoiadendron* şi este foarte apreciat ca lemn de construcţie.

Arborii ***Sequoia*** şi ***Glyptostrobus*** (Molizii de apă) erau în Terţiar larg răspândiţi în Emisfera Nordică. Lemnul lor fosil se găseşte frecvent în cărbunii bruni. Acum se află câte o specie în America de Nord (*Sequoia*) şi o specie în China (*Glyptostrobus*).

Genul ***Metasequoia*** are o singură specie: *M. glyptostroboides* . A fost cunoscută la început numai ca fosilă din Mezofitic şi Terţiar, din America de Nord şi Asia Orientală.

În viaţă a fost descoperită în China, în jurul anului 1940 şi de atunci cultivată în multe locuri. Este arbore de până la 50 m înălţime, cu frunze dispuse distich, plate, mai lungi decât cele de la *Taxodium* şi, de asemenea, căzătoare în fiecare toamnă. Din America de Nord a dispărut din Miocen, iar în Pliocen mai supravieţuia încă, în Japonia. Astăzi, specia mai este reprezentată printr-o populaţie relictară, pe o arie de circa 800 km^2, în provinciile Sichuan si Hupeh din partea centrală a Chinei.

Familia *Cupressaceae*

Cupressaceele sunt arbori sau arbuşti cu ramuri lungi şi scurte, puţin distincte. Frunze scvamoase sau subulate, dispuse opus sau verticilat câte trei. Unele specii prezintă dimorfism foliar.

Cupressaceele sunt monoice, rareori dioice (*Juniperus*). Aparatul reproducător masculin este reprezentat printr-un con mai mic, solitar(„floare"), terminal sau axilar, alteori prin grupe axilare, involucrate, cu bractei comune, alcătuind o inflorescenţă. Microsporofilele sunt mai mult sau mai puţin foliacee sau peltate, cu 2-7 saci de polen pe faţa inferioară. Polenul este lipsit de saci cu aer.

Aparatul reproducător feminin este un con redus, la care solzii sterili sunt complet concrescuţi cu megasporofilele, pe care se află 2-20 ovule. Aceste conuri sunt mici, de formă globuloasă, lemnoase sau cărnoase (la *Juniperus*). Seminţele sunt sau nu aripate, iar embrionul prezintă, de obicei, două cotiledoane.

---

[*] Denumirea de *Sequoia* a fost data in onoarea conducătorului indian *Sequoia*, iar cea de "mamut" datorită ramurilor uscate strâmbe, asemănătoare cu colţii mamutului (după Jucovschi).

Conuri feminine lemnoase au:

Cupressus sempervirens (Chiparosul mediteranean)

Arbore veşnic verde, de până la 25 m înălţime, cu o coroană alungită, densă, îndreptată în sus. Creşte spontan în Tunisia, Insula Creta şi Orientul Apropiat. La baza fiecărui solz se află 8-20 seminţe care se maturează în anul al doilea. În cultură se află varietăţi horticole: *horizontalis*, *pyramidalis*, ş.a. În California se află *C. arizonica*, *C. macrocarpa*, ş.a.

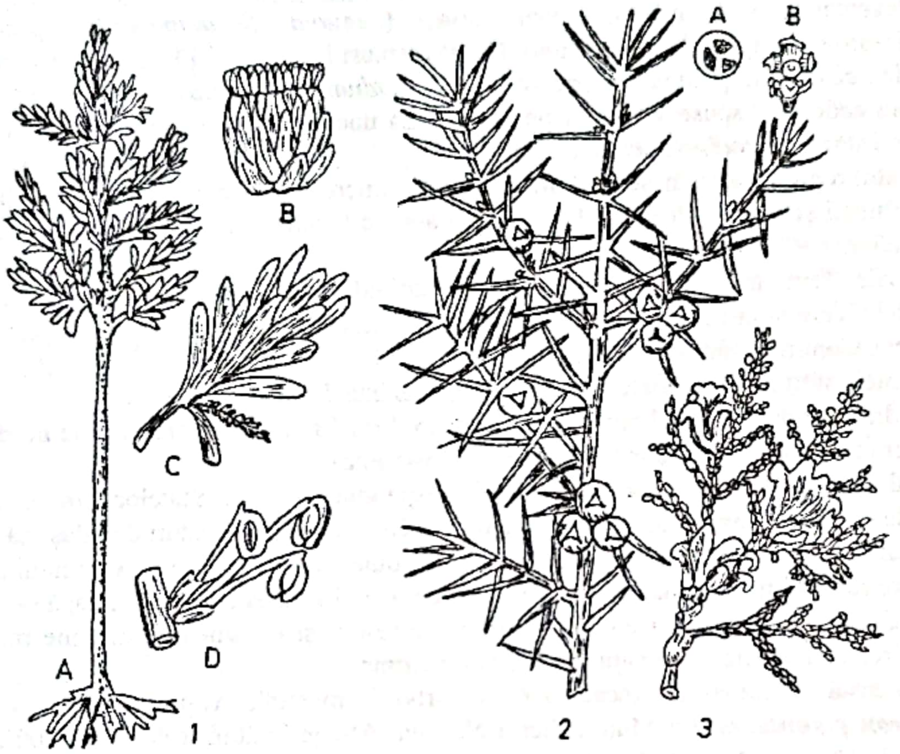


Fig. 204. 1 – *Cordaites laevis:* aspectul arborelui; B – „floare" ♂; C – lăstar cu fzunze şi „flori" ♂; D – seminţe lung pedunculate; 2 – *Juniperus communis* – lăstar cu frunze verticilate şi pseudobace: A – Secţiunea transversală în conul ♀; B – „floare" ♀; 3 – *Thuja orientalis* – lăstar cu frunze şi conuri (după D. Mititelu, din I. Pop et al.)

Genul ***Chamaecyparis*** are 6 specii în America de Nord, Japonia, China: *Ch. lawsoniana* (Chiparos de California). Este arbore de până la 30 m. Se cultivă ca arbore forestier şi ornamental.

Genul ***Thuja*** încadrează 6 specii răspândite în Asia Orientală, America de Nord. Sunt arbori monoici, cu frunze scvamoase mici, opuse, imbricate, adesea şi cu heterofilie. Conurile mature sunt ovoide, pieloase, tari, câte 3-8 perechi, seminţele până la 5 pe fiecare solz. *Th. orientalis* – Arborele vieţii (fig. 204-3) este specie originară din China. *Th. occidentalis* – Tuia (fig. 204-3) este originară din America de Nord. Ambele specii sunt frecvent cultivate pentru ornament prin parcuri si grădini. *Th. plicata* – Tuia gigantică. Este arbore de până la 60 m înălţime, originar din America de Nord. Se cultivă şi la noi ca arbore ornamental şi forestier.

Conuri cărnoase prezintă *Juniperus*.

Genul ***Juniperus*** (Ienupărul) cuprinde 60 specii răspândite din Emisfera de Nord până în Arctica. Sunt arbuşti sau subarbuşti cu frunze aciculare ţepoase (subulate) sau scvamoase, uneori cu dimorfism foliar evident. Frunzele sunt dispuse în verticile de câte 3. Este singurul gen din Europa Centrală, cu specii spontane, dioice.

Aparatul reproducător masculin are structura unei „flori masculine", cu solzi sterili la bază, ce protejează mai multe microsporofile dispuse verticilat. Pe partea inferioară a acestora se află câte 3-7 (de cele mai multe ori 4) saci cu polen.

Aparatul reproducător feminin este sub forma unui con mic, de 2-3 cm în diametru, sferic, cu numeroşi solzi sterili şi megasporofile cu câte 3 ovule atrope.

Între polenizare şi fertilizare, ca şi la *Pinus*, trece o perioadă de timp de până la un an. După aceasta, solzii externi devin cărnoşi, închid seminţele şi iau aspectul unei bace (pseudobace).

J. communis (Ienupărul comun) (fig. 204-2). Este arbust de 2-3 m, rareori până la 10 (12) m înălțime[*], răspândit în pajiști și rariști de pădure în regiunile de deal și munte. Trăiește până la 2000 de ani. Conurile feminine mature (galbule) se folosesc la aromatizarea unor băuturi acoolice (ex. ginul). Din lemnul de ienupăr se obține, prin distilare uscată, un gudron, care poate să-l înlocuiască pe cel veritabil de *J. oxycedrus* (Ienupărul roșu) utilizat în dermatologie. Utilizări farmaceutice de la *Juniperus communis* au conurile cărnoase și lemnul (*Juniperi „fructus", Lignum Juniperi, Oleum Juniperi*, off.).

În subalpin (deasupra limitei naturale a pădurii) crește *J. c.* subsp. *alpina* (= *J. nana* = *J. sibirica*), subarbust scund cu tulpini culcate la pământ. *J. sabina* (Cetina de negi) crește în locuri stâncoase din regiunea montană. Specii exotice cultivate pentru ornament : *J. virginiana, J. chinensis* ș.a.

Familia *Sciadopityaceae*

Aceasta este o familie relictară, cu o specie: ***Sciadopitys verticillata*** (Bradul umbrelă), endemică în Japonia. Prezintă filocladii aciculare dispuse verticilat.

Familia *Podocarpaceae*

Familia cuprinde 8-9 genuri actuale, cu circa 120 specii, care se află numai în Emisfera de Sud. Sunt arbori, rareori arbuști, cu ramuri lungi și scurte, cu funze aciculare, uneori foarte late, care reprezintă cladodii. Solzii fertili ai semințelor dezvoltă la maturare, un înveliș cărnos, unilateral, al seminței.

Familia este bine reprezentată în pădurile tropicale și subtropicale ale Emisferei Sudice: America de Sud (Anzi), Africa de Sud, Asia de S-E, Australia, Noua Zeelandă. Acest areal disjunct dovedește legătura dintre florele acestor ținuturi depărtate unele de altele, peste Antarctica, desprinse din vechiul continent Gondwana.

Genul ***Podocarpus*** încadrează peste 100 specii arborescente, răspândite numai în Emisfera de Sud.

Genul ***Dacrydium*** încadrează circa 20 specii răspândite în Noua Zeelandă și Chile. Este singurul gimnosperm care formează drajoni autentici.

Genul ***Phyllocladus*** are 6 specii, care prezintă filocladii lobate.

Familia *Cephalotaxaceae*

Familie cu un singur gen, ***Cephalotaxus***, cu 5 specii răspândite în Himalaya și Japonia. *C. drupacea* este arbust sau arbore de 5-20 m înălțime, cu frunze aciculare mari, persistente, dispuse spiralat (subdistiche). Este monoic sau dioic. Aparatul reproducător masculin are forma unor conuri mici, glomerulate.

Conurile feminine sunt așezate la baza lăstarilor floriferi, cu câte două ovule în axila fiecarei megasporofile. La maturare, tegumentul seminal este cărnos, diferențiat în sarcotestă, sclerotestă și endotestă. Sământa cu aspect de drupă, se maturează în al doilea an. Se cultivă fecvent pentru ornament.

Familia *Taxaceae*

Această familie încadrează plante asemănătoare *Cephalotaxaceae*- lor, cu deosebirea că pe lăstarul scurt se dezvoltă un singur ovul apical. Cu specia ***Taxus baccata*** (Tisa) (fig. 205) familia este bine reprezentată și în flora Europei: Carpați, Caucaz, Crimeea etc.

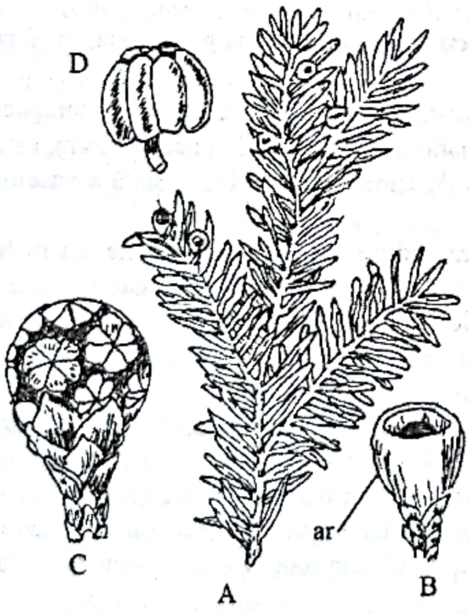


Fig. 205. *Taxus baccata*: A – lăstar feminin cu frunze și semințe: B – sămânța acoperită de arilul cărnos (ar); C – floare ♂; D – o stamină cu 6 saci polinici (după D. Mititelu, din I. Pop et al.

Reprezentanții sunt arbori și arbuști cu frunze aciculare dispuse spiralat. Tisa indigenă se recunoaște prin acele plate, ascuțite la capete și dispuse pe lăstari lungi. Pe fața superioară sunt de un verde intens, iar pe cea inferioară de un verde mai deschis. Nu prezintă canale rezinifere. Trăiește până la 2.000 de ani.

---

[*] Așa cum l-am văzut în Suedia, în anul 2000, la Rezervația Naturală Florarna

„Florile" sunt unisexuate, dispuse dioic, în axila acelor. Cele masculine prezintă la bază frunzulițe în formă de solz, care protejează un număr mai mare de microsporofile, în formă de scut, fiecare cu 6-8 saci de polen care atârnă (asemănătoare sporofilelor de la *Equisetum*). Cele feminine, foarte mult reduse, iau naștere în unghiul unui ac, sub forma unui lăstar scurt de ord. II și poartă un singur ovul atrop, dispus apical. Ovulul elimină, prin micropil, o picătură pentru polenizare, care captează granulele de polen. La bază, ovulul este înconjurat de o protuberanță inelară meristematică, interpretată ca o excrescență a tulpinii. La maturare, această protuberanță crește și formează, în jurul seminței (până spre varf), o cupă roșie cărnoasă, dulce la gust, numita aril. Arilul servește la răspândirea semințelor prin intermediul păsărilor. Acesta este singura parte a plantei care nu conține alcaloidul otrăvitor - taxina. Embrionul conține două cotiledoane.

Tisa este arbore dioic, de până la 10 m înălțime, care crește spontan în păduri de amestec de fag cu rășinoase, pe substrat calcaros, din Carpați. Au fost create și forme horticole, frecvent cultivate pentru ornament. Duramenul este de culoare roșcată, foarte dur și se pretează pentru sculptură, confecționarea obiectelor de uz casnic etc.

Genul ***Torreya*** încadrează 5 specii: una în Japonia, 2 în China, câte una în California și Florida. La acestea, arilul înconjoară complet sământa.

Taxaceele sunt cunoscute din Triasicul Superior. Tisa indigenă (*Taxus baccata*), a devenit în unele locuri rară, în ciuda capacității sale de înmulțire. Printre cauze se amintesc creșterea ei înceată, sensibilitatea la ger, lemnul dens, colorat, valoros, apreciat încă din timpurile preistorice.

3.2. Subîncrengătura *CYCADOPHYTINA*

- Gimnosperme cu frunze penate

Această a doua grupă a gimnospermelor se poate caracteriza, înainte de toate, prin organele sale laterale vegetative și fertile cu structură complexă.

Organele vegetative (trofofilele) sunt penate.

Organele fertile sunt microsporofilele și megasporofilele. Microsporofilele (= „staminele") conțin mai multe grupe de saci cu polen (respectiv sinangii). Megasporofilele (= „carpelele") poartă, cel putin inițial, mai multe ovule.

Formele primordiale sunt numai foarte puțin ramificate, iar cele derivate sunt puternic ramificate (pahicaul si leptacaul). Ramificarea lăstarului a evoluat de la dichotom la monopodial și apoi la simpodial.

Evoluția stelului de la protostel lobat la eustel, cu măduva mai voluminoasă, a fost documentată la *Pteridospermales* fosile.

Xilemul secundar este adesea format din traheide scalariforme sau areolate, este mai compact și de cele mai multe ori străpuns de raze medulare late (lemn manoxil). Derivată de la acest xilem, este cresterea secundară în grosime, anormală, cu mai multe inele de cambiu și apariția izolată a vaselor (trahei) punctate (la *Gnetopsida*).

Trofofilele penate, cu structură complexă, sunt adesea reduse la forme nedivizate, ca niște panglici sau solzi. Ramificarea dichotomă primordială a nervurilor frunzelor penate, situate terminal, se reduce și dispare treptat. Corespunzător cu prezența fasciculelor conducătoare are loc și o progresie de la nervația dichotomă liberă, la nervația penată și apoi la cea reticulată. Dispoziția primordială spiralată a frunzelor se schimbă în dispoziție verticilată sau opusă.

Din sporotrofofilele primordiale iau naștere sporofile ♂ și ♀. Prin așezarea acestora pe lăstari scurți, cu creștere limitată, pot lua naștere, în cele din urmă flori. Inițial florile sunt unisexuate, însă se poate ajunge la cele bisexuate și înconjurate de un înveliș – periantul. Prin scurtarea receptaculului se face trecerea de la dispoziția spiralată a organelor sexuale la cea verticilată. Florile bisexuate, simplificate secundar, pot trece în secundar unisexuate, care pot din nou să se reunească în inflorescențe unisexuate sau bisexuate (*Gnetopsida*).

„Staminele" și „carpelele" își au originea în frunze purtătoare de sporangi (sporofile), la început pe pedunculi ramificați spațial și apoi în același plan. Stadiul următor de evoluție a sporofilelor spre stamine și carpele, este când acestea poartă, pe lângă porțiuni vegetative, și grupe de saci cu polen și ovule.

În domeniul „staminelor" iau naștere treptat, de la formele inițiale, structuri plane, penat ramificate, nedivizate, în formă de solz sau de tijă. Numărul de saci de polen, pe fiecare „stamină", se reduce treptat, adesea prin concreștere și formare de sinangii.

Ovulele inițial stau pe purtatori omologi frunzelor sau porțiuni de frunze numite filospori. Acestia se pot dezvolta în continuare la carpele, sub formă de cupă sau scut (asemănătore frunzelor). În mod secundar, ca urmare a reducției, se poate ajunge la ovule separate, care stau direct pe receptacul și poartă numele de stahisporie.

În general, ovulele primordiale sunt construite radiar simetric și nu sunt închise în ovare. Integumentul lor intern, care apare primul, se formează prin fuziunea telomilor de învelire. În afară de acesta, se găsește, de cele mai multe ori, un al doilea integument exterior, rezultat din structuri de felul cupulei.

Alte caracteristici, cum sunt progresiile din domeniul grăuncioarelor de polen, ale gametofiților ♂ și ♀, ca și a fertilizarii și formării semințelor, corespund cu cele de la *Coniferophytina*. Ca o progresie deosebită față de acestea din urmă, pe protalurile ♀ nu se mai formează arhegoniile.

În multe cazuri se trece de la polenizarea prin intermediul vântului, la polenizarea prin animale. Polenul, însă, este lipsit sistematic de ornamentații și chitul polenului (prezente la angiosperme).

Cycadophytina au apărut în Devonianul Superior și sunt în raporturi de rudenie cu progimnospermele. Formele actuale, foarte puține (circa 200 specii) sunt relicte.

Sistematica. Subîncreng. cuprinde patru clase: *Lyginopteridopsida* (*Pteridospermae*), *Cycadopsida*, *Bennettitopsida* și *Gnetopsida*.

2.1 Clasa *LYGINOPTERIDOPSIDA* (= *PTERIDOSPERMAE*)

- Ferigi cu germeni

Pteridospermele sunt forme exclusiv fosile, asemănătoare ferigilor. Grupele de saci polinici, respectiv ovulele, se află pe anumite segmente ale sporotrofofilelor bogat ramificate. Rareori aparatele reproducătoare se grupează pe sporofile propriu-zise, ca microsporofile, respectiv megasporofile, însă acestea nu sunt situate pe lăstari scurți cu creștere limitată, pentru a fi numite flori. Deci, construcția acestora este de *Cycadophityna*.

Pteridospermele s-au dezvoltat deja din Devonianul Superior, însă au atins dezvoltarea maximă în Carbonifer și Permianul Inferior. Ultimii reprezentanți au ajuns până în Cretacic, când au dispărut. Resturile fosile sunt destul de fragmentare, încât sistematica grupei este incompletă.

Una dintre realizările cele mai importante ale Paleobotanicii a fost când, în 1904-1906, s-a reușit echivalarea unor resturi fosile de tulpinițe cu creștere în grosime și frunze penate (trofosporofile) cu grupe de microsporangi, și în special cu „semințe" ce aparțin la planta *Lyginopteris*[*] *hoeninghausii*, numite pteridosperme (după F. Ehrendorfer, in Strasburger, 1999). Aceste resturi fosile dispărute au purtat anterior nume diferite. Pteridospermele, foarte probabil, au luat naștere din psilofitalele străvechi și au evoluat în paralel cu celelalte grupe de pteridofite. Ele reprezintă veriga de legatură între *Pteridophyta* și *Spermatophyta*, deoarece prezintă caractere ale ambelor grupe de plante.

Sistematica. Clasa cuprinde două ordine *Lyginopteridales* (*Cycadofilicales*) și *Caytoniales*.

1.1. Ordinul *LYGINOPTERIDALES* (*CYCADOFILICALES*)

Reprezentanții au trăit din Carboniferul Inferior până în cel Superior.

În tulpinița subțire, de circa 1 cm în diametru, abia ramificată, se afla un protostel lobat, fără măduvă (la *Tetrastichia*), iar în tulpinița mai groasă (4 cm în diametru), de la *Lyginopteris*, a fost descris eustelul cu măduva centrală. Ambele prezentau creștere secundară în grosime, cu lemn mai puțin compact (manoxilem). S-a putut urmări și o dezvoltare a traheidelor de la cele spiralate → scalariforme → areolate de tip „araucarioid".

Sporotrofofilele erau asemănătoare sau aproape identice cu telomii, adică multiplu penat-divizate, în parte și dichotomic, spațial și mai puțin plan și cu nervatie dichotomică deschisă (fig. 206).

Atât grupele de saci cu polen cât și ovulele erau purtate de trofosporofile. Grupele de saci cu polen, erau radiare și nu aplatizate, puțin concrescute între ele și situate pe purtători ramificați spațial, în secțiune transversală mai mult sau mai puțin cilindrici. Și ovulele (fig. 209) erau purtate tot pe segmente ale trofosporofilelor, ramificate spațial și mai mult sau mai puțin cilindrice. Prezentau un integument intern concrescut cu nucela. La exteriorul ovulului se afla un înveliș lobat, cu glande neconcrescute cu ovulul, denumit cupula (fig. 207. 5-6), din care, în evoluție, a luat naștere integumentul extern. Prezența camerei polinice, bine dezvoltată, lăsa să se întrevadă o fecundație zoidiogamă.

---

[*] De la aceasta, conform cu concepția tipului în nomenclatură, *Pteridospermae*- le (Ferigi cu germeni, încă nu erau semințe autentice) s-au numit *Lyginopteridopsida*

Dezvoltarea embrionului avea loc mai târziu, după ce sămânța se desprindea de cupulă și cădea singură pe sol.

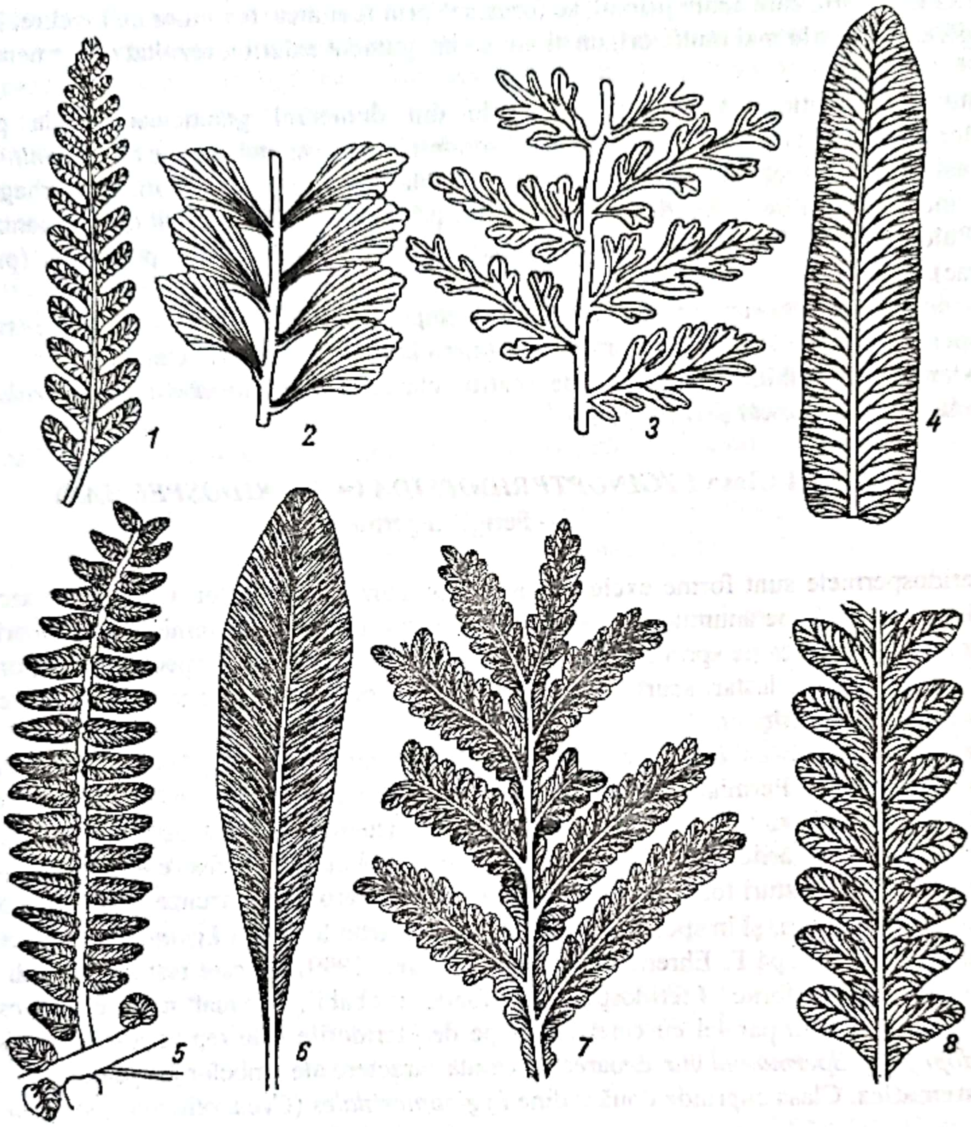


Fig. 206. Trofofile de *Pteridospermae: Pecopteris*; 2 – *Archaeopteris*; 3 – *Sphaenopteris*; 4 – *Taeniopteris*; 5 – *Neuropteris*; 6 – *Glossopteris*; 7 – *Callipteris*; 8 – *Alethopteris* (după Soó)

Tulpina unor pteridospermale prezintă o evolutie la polistel (fam. *Medullosaceae* din Carboniferul Superior - Permian). În acest polistel se aflau numeroase fascicule, fiecare creștea în grosime, separat de celelalte. Această tulpină polistelică nu se dezintegra totuși, deoarece, parenchimul dintre fascicule creștea împreună cu acestea. Se presupune că aceste pteridosperme erau liane.

Și în domeniul frunzelor pteridospermelor mai târzii se observă o trecere progresivă spre funze mai accentuat plane, mai puțin divizate și în cele din urmă nedivizate și cu nervație reticulată, mai mult sau mai puțin închisă. Un exemplu caracteristic îl reprezintă frunzele în formă de limbă de la *Glossopteridaceae*. Acestea au fost forme ale florei Gondwanice Permo-Carboniferă, o floră autonomă, care caracteriza masele de uscat ale Emisferei Sudice (continentul paleozoic Gondwana), inclusiv India, atunci neseparate unele de altele.

În privința purtatorilor sacilor de polen s-a putut constata o progresivă contopire a acestora în sinangii, concomitent cu înmulțirea numerică a lor . Abia mai târziu, purtătorii sacilor de polen, la început ramificați spațial și cilindrici, devin plani, asemănători frunzelor.

Progresii importante s-au dovedit şi în domeniul ovulelor.

Ovulul se dezvoltă dintr-un megasporange, la care, dintre cei patru megaspori, numai unul este fertil şi se observă rudimentele celorlalţi trei. La formele din Carboniferul Inferior se evidenţiază sugestiv fuziunea megasporangilor sterili din jurul celui fertil, care a dat naştere ovulului. Prin concreşterea megasporilor sterili (telomi învelitori) în jurul nucelei s-a format, astfel, primul integument al ovulului (cel intern). Treptat, la formele din Carboniferul Superior concreşte integumentul cu nucela. O învelire asemănătoare, cu porţiuni de frunze lobate, a unui ovul sau grupe de ovule, a dus la apariţia cupulei, la început neconcrescută cu ovulul (ovulele) şi respectiv seminţele.

Prin faptul că la un moment dat, seminţele nu mai cad separat din cupulă, s-a ajuns la concluzia că la descendenţii mai tineri din punct de vedere istoric ai pteridospermelor, cupula s-a transformat în integumentul extern al ovulului, strâns alipit de cel intern. Ca adaptări pentru captarea mai eficientă a polenului, integumentele se prelungesc în partea micropilară, iar camerele polinice îşi pot complica structura.

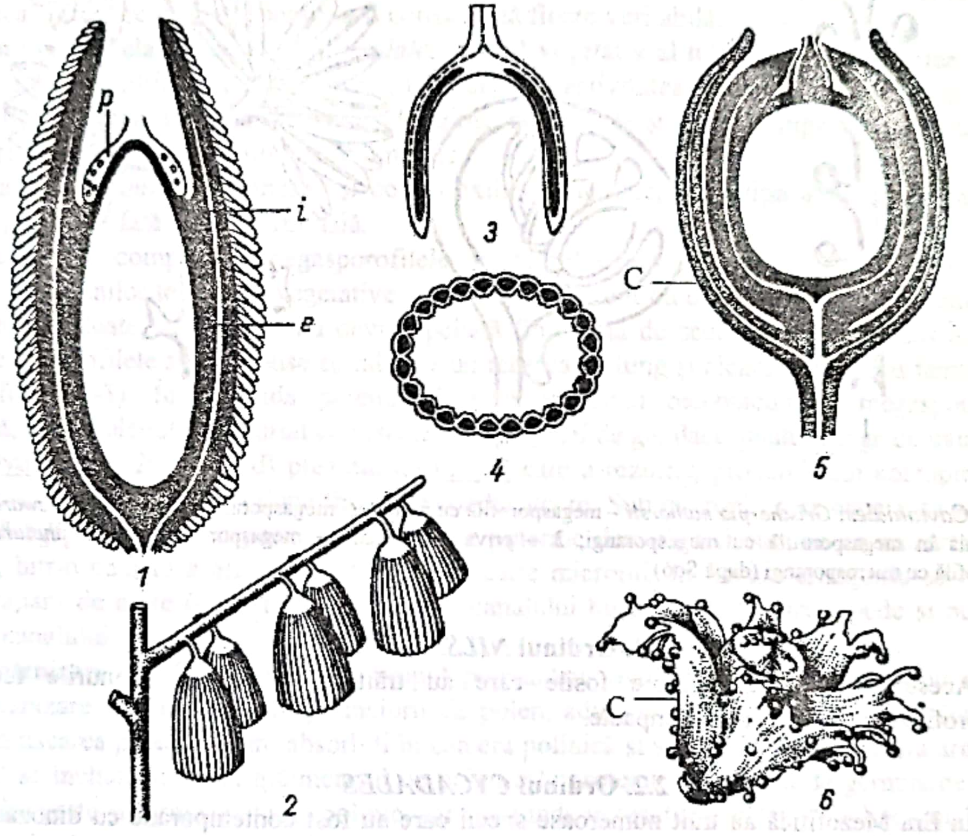


Fig. 207. *Pteridospermae*: 1 – *Physostoma elegans*: vedere de ansamblu a ovulului; p – camera polinică; i – integument; e – nucela; 2 – microsporangi pe o microsporofilă; 3 – sinangiu; 4 – secţiune transversală în sinangiu; 5 – *Lyginopteris oldhamia* – secţiune longitudinală în ovul închis în cupulă (c); 6 – complex de microsporangi închişi în cupula lobată (c) cu glande pe margine (după Soó)

1.2. Ordinul *CAYTONIALES*

Ordinul cuprinde câteva familii, dintre care cea mai importantă este: **Familia *Caytoniaceae***, caracterizată prin aceea că, porţiuni din frunzele penate înconjoară aproape complet mai multe ovule (fig. 208. 2-3). Frunzele erau palmate şi dispuse verticilat („tip Sagenopteris"), iar staminele, complex ramificate, purtau sinangii cu câte patru saci de polen.

Caytonialele reprezintă capătul de evoluţie al pteridospermelor.

2.2. Clasa *CYCADOPSIDA*

Cicadopsidele sunt cunoscute din Permian (? Carboniferul Superior) şi unele dintre ele s-au menţinut până în zilele noastre ca „fosile vii". Se deosebesc de pteridosperme prin faptul că grupele de saci cu polen şi ovulele stau pe microsporofile şi megasporofile tipice şi nu pe segmente ale trofosporofilelor. Aceste microsporofile şi megasporofile separate se grupează pe lăstari cu creştere limitată, alcătuind „flori". Numai la *Cycas* grupele de sporofile şi trofofile se intrepătrund, adică urmează unele după altele.

Sistematica. Clasa încadrează două ordine: *Nilssoniales* şi *Cycadales*.

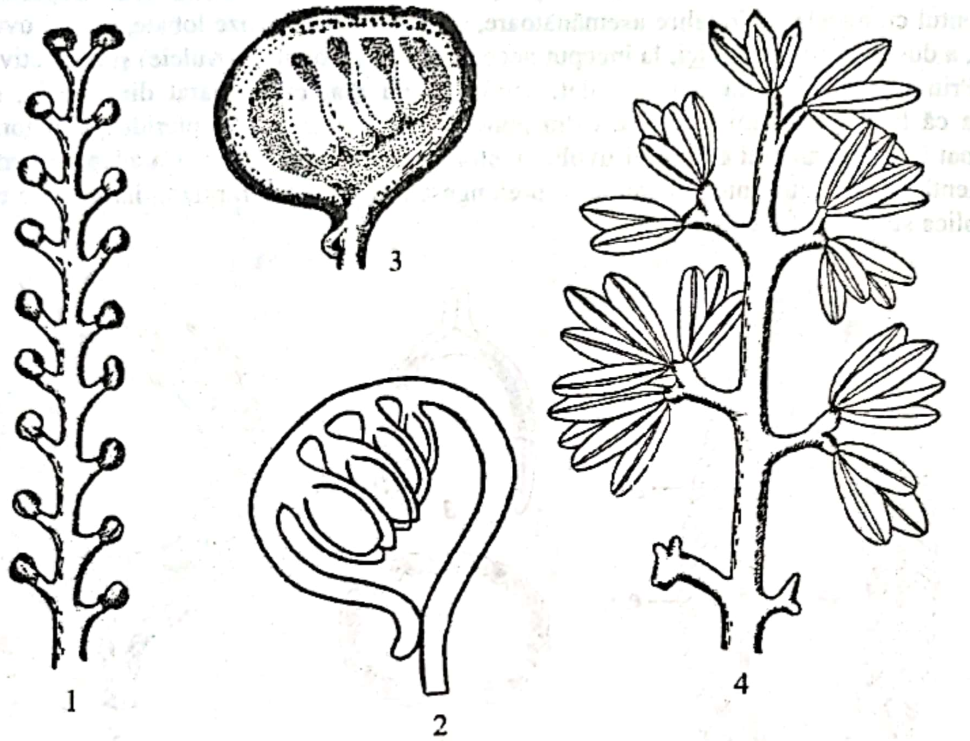


Fig. 208. *Caytoniales*: *Gristhorpia nathorsti* – megasporofilă cu numeroşi megasporangi; 2 – *Caytonia sewardi* – secţiune longitudinală în megasporofilă cu megasporangi; 3 – privire exterioară a megasporofilei; 4 – *Antholithus arberi* – microsporofilă cu microsporangi (după Soó)

2.1. Ordinul *NILSSONIALES*

Acestea sunt numai forme fosile care au trăit în Mezofitic. Conurile feminine cu megasporofile erau foarte puţin compacte.

2.2. Ordinul *CYCADALES*

În Era Mezofitică au trăit numeroase specii care au fost contemporane cu dinozaurii. Dintre acestea au rămas până astăzi numai 10 genuri cu circa 100 de specii, dar răspândite limitat, numai în zone tropicale sau subtropicale.

Caractere generale. La prima vedere cicadalele ar putea fi confundate cu palmierii (care sunt, însă, angiosperme) sau cu ferigile arborescente. Prezintă o tulpina puternică, de cele mai multe ori neramificată, înaltă până la 10 m, adesea foarte scurtă, groasă şi afundată în sol (pahicaulă). În vârful tulpinilor se află trofofilele, dublu sau (de cele mai multe ori) simplu penate, asemănătoare cu evantaiele ferigilor, dispuse spiralat.

Trofofilele prezintă o creştere apicală şi sunt răsucite la vârf, iar din această cauză sunt asemănătoare cu frunzele ferigilor. Nervaţiunea este frecvent dichotomică şi deschisă. Alternativ cu trofofilele, din punctul de vegetaţie se formează şi frunzele inferioare, care împreună cu părţile bazale ale trofofilelor căzute formează tulpina.

Stomatele sunt haplocheilice, adică celulele stomatice şi celulele anexe se formează din iniţiale diferite ca şi la *Cordaitales*, *Coniferales*, *Ginkgoales* şi la unele angiosperme.

La *Dioon* se formează un singur cilindru de xilem simplu, la alte genuri se găsesc către exterior şi inele suplimentare de cambiu, cu formarea de xilem şi floem secundar, ceea ce aminteşte de *Medullosaceae* (dintre *Pteridospermales*).

În xilem se formează traheide scalariforme şi areolate. Toate organele plantei conţin canale pentru mucilagii.

Cicadaceele sunt dioice. Aparatul reproducător se formeaza terminal sau lateral.

Aparatul reproducător masculin este totdeauna un con mare, omolog cu conul de la *Pinaceae*. Staminele sunt, mai mult sau mai puţin, foliacee, cu grupe de saci cu polen pe faţa inferioară. Ca şi carpelele (megasporofilele) şi staminele (microsporofilele) prezintă o parte vegetativă terminală. Dehiscenţa sacilor polinici are loc printr-un exothecium, ca la ferigi şi conifere. În sacii polinici se formează numeroşi grăunciori de polen: între 500-600 (la *Zamia*), până la 300.000 (la *Dioon edule*). În granulele de polen se află o celulă protaliană (omoloagă cu celula tubului polinic de la antofite) şi celula germinativă.

Aparatul reproducator feminin este dispus sub formă de conuri feminine, care la *Cycas* au organizarea cea mai primitivă. La acesta, din vârful vegetativ al tulpinii, se formează temporar, în locul trofofilelor, un număr mai mare de megasporofile (carpele), acoperite cu peri galbeni-bruni şi cu partea terminală vegetativă penată. În acest mod este demonstrată omologia megasporofilelor cu trofofilele. Partea fertilă bazală a megasporofilei nu se înverzeşte şi poartă pe margine câteva ovule sesile (fig. 209-2). Deoarece vârful vegetativ nu este consumat la formarea florilor, el dă naştere în continuare la trofofile şi frunze inferioare. De aceea, se consideră că floarea primitivă de la *Cycas* nu posedă încă o creştere limitată, pentru a fi considerată floare veritabilă.

La toate celelalte genuri de *Cycadales*, vârful vegetativ al tulpinii, după formarea unui mare număr de megasporofile şi microsporofile, îşi încetează activitatea (are, deci, creştere limitată) ca la toate antofitele. După încetarea creşterii în lungime, conurile ♀ şi ♂ sunt împinse lateral de un punct de vegetaţie, care creşte în continuare în lungime.

La *Macrozamia* se formează şi conuri axilare autentice, dispoziţia axilară fiind un caracter derivat, o progresie faţă de cea terminală.

Analizând comparativ megasporofilele, în cadrul *Cycadales* se poate urmări o dezvoltare regresivă a porţiunilor terminale vegetative ale lor, concomitent cu o micşorare a numărului de ovule. La cele mai evoluate, megasporofila devine peltată (în formă de scut) şi poartă pe dos numai două ovule. Megasporofilele sunt dispuse spiralat pe un receptacul lung şi alcătuiesc un con feminin masiv, alungit (fig 209-3). În perioada polenizarii, prin alungirea receptaculului, megasporofilele se depărtează, încât polenul transportat de insecte (unele specii de gândaci) poate ajunge pe ovule.

Ovulul (fig. 209-4: c, d) prezintă un învelis care a rezultat, probabil, din contopirea a două integumente, deoarece prezintă două fascicule conducătoare. Sub micropil, spre nucelă, se află camera polinică. Megaprotalul (endospermul primar) este puternic dezvoltat şi conţine un număr variabil de arhegonii, într-o cameră a arhegoniilor orientată către micropil. În fiecare arhegoniu se află câte o oosferă frapant de mare (→ 6 mm), o celulă a canalului burţii, care dispare repede şi numai două celule ale canalului gâtului.

Polenizarea si fertilizarea. În timpul polenizării, ovulul secretă prin micropil o picătură pentru polenizare, care captează graunciorii de polen, aduşi de specii de gândaci. Grăunciorul de polen, prin uscarea picăturii, sunt absorbiţi în camera polinică şi se contopesc cu camera arhegoniilor. Micropilul se închide şi astfel grăunciorul de polen este protejat. Prin porul de germinaţie al exinei, intina se alungeşte şi formează tubul polinic, care pătrunde în ţesutul nucelei. Tubul polinic, format de celula protaliană, serveşte, ca şi la *Ginkgo*, numai fixării si hrănirii gametofitului ♂ şi încă nu, ca la celelalte spermatofite, la conducerea celulelor sexuale masculine. În acelaşi timp cu formarea tubului polinic, celula germinativă se divide în două celule: celula sterilă (a tijei) şi celula spermatogenă. Celula spermatogenă se divide în două spermatii care apoi devin spermatozoizi care se mişcă liber. În cele din urmă, prin plesnirea intinei, ei sunt expulzaţi. Spermatozoizii sunt mari (ø = 0,3 mm), consideraţi cei mai mari din regnul vegetal şi animal. Ei sunt prevăzuţi cu un cordon de flageli dispuşi spiralat. Înoată activ până la arhegonii şi unul pătrunde până la oosferă. Învelişul de plasmă şi coroana de flageli dispar şi numai nucleul spermatozoidului se contopeşte cu nucleul oosferei. Fertilizarea este, deci, zoidiogamă. Între polenizare şi fertilizare trec câteva luni.

Embriogeneza. Zigotul, prin diviziuni nucleare succesive, fără formarea pereţilor celulari, dă naştere la un proembrion. Celulele superioare ale proembrionului (dinspre micropil) formează suspensorul, iar cele mai de jos dau naştere la embrionul propriu-zis. Celulele suspensorului se întind mult în lungime şi împing embrionul, cât mai adânc, în megaprotalul numit endosperm primar. Endospermul primar haploid serveşte ca ţesut hrănitor pentru dezvoltarea embrionului. Dacă sunt fertilizate mai multe arhegonii se pot forma mai mulţi embrioni, însă în scurt timp aceştia dispar şi nu rămâne decât unul singur. Concomitent, integumentul se transformă în tegumentul (coaja) seminţei, alcatuită din două părţi: sarcotesta, externă, cărnoasă şi sclerotesta, internă, tare, pietroasă. Ovulul s-a transformat, astfel, în sămânţă.

Embrionul posedă de cele mai multe ori, două cotiledoane, care la germinare rămân în sămânța și servesc la preluarea substanțelor nutritive din endospermul primar.

Sistematica. Ord. *Cycadales* încadrează câteva familii (uneori considerate subfamilii la *Cycadaceae*) și anume: *Cycadaceae, Stangeriaceae, Boweniaceae* și *Zamiaceae*.

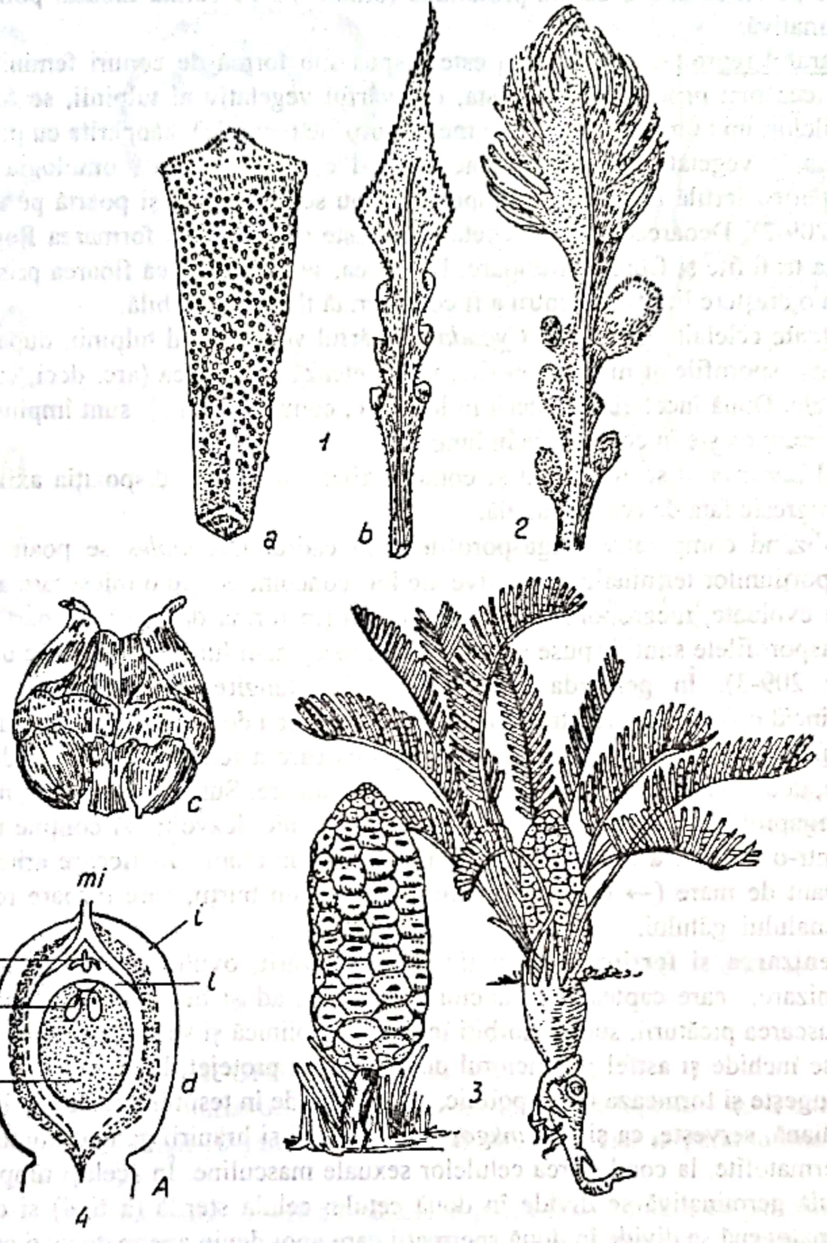


Fig. 209. *Cycadales*: 1 – *Cycas circinalis*: a – microsporofilă cu numeroşi saci polinici; b – megasporofilă cu ovule; 2 – *Cycas revoluta* – megasporofilă penată cu lobii bazali transformaţi în ovule; 3 – *Zamia floridana*, în vârful lăstarilor cu frunze mari penate, în mijlocul lor cu un con feminin mare; 4 – *Ceratozamia mexicana:* C – megasporofilă solziformă din conul feminin, la bază cu 2 ovule; d – secțiune longitudinală în ovul: mi – micropil; i – integument; p – camera polinică; l – nucelă; e – endosperm primar; a – arhegoniu (după I. Pop)

Familia *Cycadaceae*

Familia cuprinde un singur gen, *Cycas*, răspândit în zone tropicale și subtropicale din Madagascar și Africa de Sud până în Australia, Indo-Malaezia și Asia de Sud-Est.

C. revoluta (fig. 209-2) originar din Extremul Orient, insulele Kiusiu și Riukiu, răspândit în sudul Japoniei și China, este frecvent cultivat în toată lumea ca specie ornamentală. Din măduva sa se prepară o băutură răcoritoare numita „sagou". În frunze se află pinitol, ca la cele mai numeroase conifere.

C. circinalis (fig. 209-1) originar din Indo-Malaezia, de asemenea, frecvent cultivat pentru ornament. Ovulele conțin heterozide toxice.

Familia *Stangeriaceae* încadrează un singur gen ***Stangeria***, cu o specie în Africa de Sud.

Familia *Boweniaceae* încadrează un gen ***Bowenia*** cu 2 specii australiene.

Familia *Zamiaceae*

Genul ***Zamia*** (fig. 209-3) cuprinde 30 de specii răspândite în America intertropicală și subtropicală. Genul ***Macrozamia*** are 12-15 specii australiene.

Genul ***Ceratozamia*** (fig. 209-4) încadrează câteva specii răspândite în Mexic.

Genul ***Dioon*** încadrează 3-4 specii mexicane. *D. edule* este o specie la care semințele conțin amidon din care se prepară o băutură răcoritoare „sagou".

Genul ***Encephalartos*** cuprinde 15 specii în Africa tropicală. Măduva de la *E. horridus* este comestibilă.

Genul ***Microcycas*** are o specie arborescentă atingând 10 m înălțime, în Cuba.

2.3. Clasa *BENNETTITOPSIDA*

Din această clasă sunt cunoscute circa 30.000 specii exclusiv fosile, care au trăit din Jurasic până la sfârșitul Cretacicului Inferior, când au dispărut. Atingeau înălțimi de până la 4 m și prezentau tulpini variate: cilindrice, ovoidale sau tuberoase, cu structură sifonostelică. Frunzele erau, de regulă generală, penat-compuse și uneori ajungeau la 3 m lungime. Prezentau structură xeromorfă cu epiderma cutinizată.

Se deosebesc de ferigile cu germeni (*Pteridospermales*) și *Cycadales*, înainte de toate prin megasporofilele lor (carpele) extrem de simplificate. Acestea constau numai dintr-un singur ovul, dispus în vârful unui peduncul foarte lung, direct pe receptacul.

Sistematica. Clasa încadrează ordinele: *Bennettitales* și *Pentoxylales*.

3.1. Ordinul *BENNETTITALES*

Reprezentanții acestui ordin sunt cei mai importanți, deoarece la ei au luat naștere, pentru prima oară în regnul vegetal, flori bisexuate autentice, cu periant (fig. 210-1). Polenizarea era făcută prin intermediul insectelor.

Bennettitalele au jucat un mare rol în florele uscatului din Triasicul Superior până în Cretacicul Inferior, când au pierit în lupta cu angiospermele, nou apărute și în expansiune.

Genuri importante: *Williamsonia, Wielandiella, Williamsoniella* și *Cycadeoidea* (*Bennettites*).

Bennettitalele amintesc, în parte, ca habitus, de cicadale pahicaule prin *Williamsonia* și uneori leptocaule, ramificate simpodial, ca la *Wielandiella*.

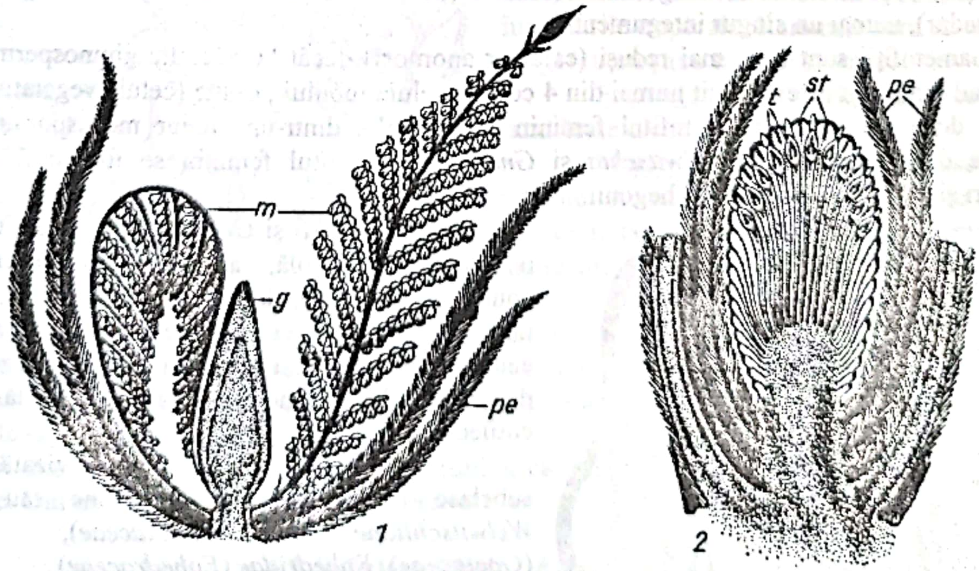


Fig. 210. *Bennettitales*: 1 – *Cycadeoidea ingens* – floare bisexuată reconstituită: pe – periant; m – microsporofilă (stamină) încovoiată (stânga) și dreaptă; g – gineceu cu ovule grupate conic; 2 – *Cycadeoidea wielandi* – floare unisexuată în secțiune longitudinală: pe – periant; st – filamente sterile; t – ovule lung pedicelate (după Soó)

Eustelul simplu şi xilemul secundar, preponderent alcătuit din traheide scalariforme, este mai primitiv decât la cicadalele actuale. În schimb, frunzele sunt asemănătoare, de la penat-compuse până la cele nedivizate, dar purtau aparat stomatic evoluat, de tip sindetocheilic, ca şi la *Pentoxylales*, *Welwitschia* şi la majoritatea angiospermelor.

Toate bennettitalele purtau flori bisexuate, cu excepţia genului *Williamsonia*, care avea flori unisexuate. Florile erau situate terminal dar şi lateral şi, de cele mai multe ori, înconjurate de un periant format din frunze sterile.

Microsporofilele (staminele) sunt ramificate penat, în parte concrescute în forma de cupă sau mult simplificate, în forma tepalelor protectoare. Sacii cu polen sunt concrescuţi în formă de sinangii, situaţi pe marginea sau pe partea superioară a staminelor. În partea cea mai de sus a florii se află partea feminină, cu ovule lung pedunculate, aşezate pe receptaculul alungit, mai mult sau mai puţin conic. Între ovule se aflau solzi interseminali, dispuşi spiralat (fig. 210-2).

Bennettitalele au devenit în mod secundar stahispore. Integumentul ovulelor, iniţial, probabil dublu, în perioada infloririi, iesea în afară, peste solzii interseminali, pentru a primi polenul.

Erau, probabil, proterandre, polenizate prin gândaci şi fertilizare zoidiogamă. După fertilizare, solzii interseminali, deveneau cărnoşi şi formau, împreună cu seminţele (în care se afla embrionul cu două cotiledoane) structuri asemănătoare fructelor.

3.2. Ordinul *PENTOXYLALES*

Ordinul reprezintă o grupă secundară din Jurasic, cu mai puţini reprezentanţi decât *Bennettitales*. Tulpina este polistelă, frunzele sunt în formă de limbă. Între ovulele stahispore, unite în flori feminine compacte, lipseau solzii interseminali.

2.4. Clasa *GNETOPSIDA* (= *CHLAMYDOSPERMAE*)

Gnetopsidele reprezintă o treaptă superioară de dezvoltare a *Cycadopytina*, cu unele caractere de angiosperme.

Sunt forme lemnoase cu habitus foarte diferit: o tulpina scurtă, tuberculiformă (la *Welwitschia*), liană (la *Gnetum*), subarbuşti cu tulpini ca nişte nuiele (la *Ephedra*). În xilemul secundar al lor, pe lângă traheide şi fibre de lemn, se află vase (trahei) ca la angiosperme.

Frunzele sunt opuse sau verticilate: la *Gnetum* eliptice cu nervaţie dichotomică; în formă de panglică lată cu nervuri paralele anastomozate ca la *Welwitschia*; solzoase, mici, reduse, la *Ephedra*.

Florile sunt unisexuate, dispuse dioic, rareori monoic. Întâmplător, apar inflorescenţe bisexuate. Staminele conţin mai multe grupe de saci cu polen (sinangii). Ovulele sunt dispuse direct pe receptacul şi prezintă două integumente (ca la angiosperme) sau, ca urmare a contopirii (deci în mod secundar), numai un singur integument.

Gametofiţii sunt mult mai reduşi (caracter apomorf) decât la celelalte gimnosperme. Astfel, gametofitul masculin este alcătuit numai din 4 celule: celula tubului polinic (celula vegetativă), celula sterilă şi două spermatii. Gametofitul feminin se dezvoltă dintr-un singur megaspor şi prezintă rudimente de arhegonii. La *Welwitschia* şi *Gnetum* gametofitul feminin se formează din cei 4 megaspori şi nu se mai formează arhegonii.

La *Ephedra* şi *Gnetum* a fost pusă în evidenţă o fecundaţie dublă, adică ambele spermatii se contopesc cu celule ale gametofitului feminin. Din cei doi zigoţi se formează doi embrioni, de la început celulari. Dintre aceştia numai unul se dezvoltă mai departe. Embrionii tuturor genurilor prezintă câte două cotiledoane.

Sistematica: Clasa este divizată în trei subclase (uneori tratate ca ordine sau familii): *Welwitschiidae* (*Welwitschiaceae*), *Gnetidae* (*Gnetaceae*), *Ephedridae* (*Ephedraceae*).

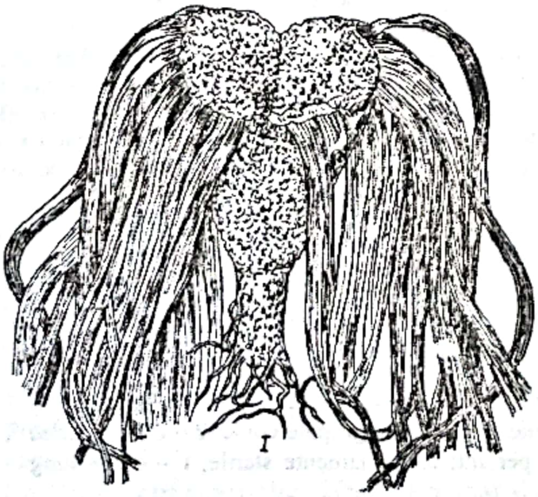


Fig. 211. I. - *Welwitschia mirabilis* – plantă matură (după Wettstein, din I. Pop)

4.1 Subclasa *WELWITSCHIIDAE* (*Welwitschiaceae*)

Subclasa încadrează un singur gen *Welwitschia,* cu o singură specie destul de bizară, *W. mirabilis* (fig. 211-3) (*Thumboa mirabilis*) – Patriarhul franjurat al Deşertului Namib, care creşte în deşerturile ceţoase, apropiate de ţărm, ale Africii de Sud şi Angolei.

Planta prezintă o tulpină scurtă de câţiva decimetri în lungime, care rezultă din hipocotilul embrionului, din care porneşte o rădăcină pivotantă, care pătrunde în straturile umede mai adânci. Pe tulpina principală se formează două cotiledoane firave, două frunze solzoase minuscule şi două frunze lungi, ca două panglici late, care pier la vârful lor, însă cresc continuu prin baza limbului. Prezintă nervuri paralele dar legate prin anastomoze. Plantele bătrâne prezintă mai multe frunze.

Florile sunt grupate în conuri dispuse în axila frunzelor acoperitoare. Cele masculine (fig. 211-1) constau dintr-un înveliş alcătuit din două frunze anterioare şi periant din două frunze modificate. Prezintă 6 stamine unite şi reflecte, fiecare cu 3 saci de polen, concrescuţi, şi un ovul steril, redus, rudimentar. Deci, florile sunt bisexuate structural dar unisexuate funcţional. Florile feminine prezintă un înveliş din două frunze concrescute şi un singur ovul cu două integumente situat la capătul receptaculului.

Polenizarea are loc prin intermediul vântului, iar fertilizarea prin tub polinic.

Welwitschia este singurul gimnosperm cu metabolism CAM (crassulacean acid metabolism) cu capacitate de fixare a CO_2 la intuneric.

Mai mulţi autori interpretează apariţia acestei tulpini scurte, subarbustive de la *Welwitschia,* prin neotenie. În condiţiile extreme de viată ale deşertului, ontogeneza se poate întrerupe şi stadiul respectiv de dezvoltare devine definitiv prin formarea organelor de reproducere (ale florilor).

Datorită importanţei ştiinţifice deosebite, această plantă este ocrotită pe plan internaţional. Planta poate trăi până la 2000 de ani.

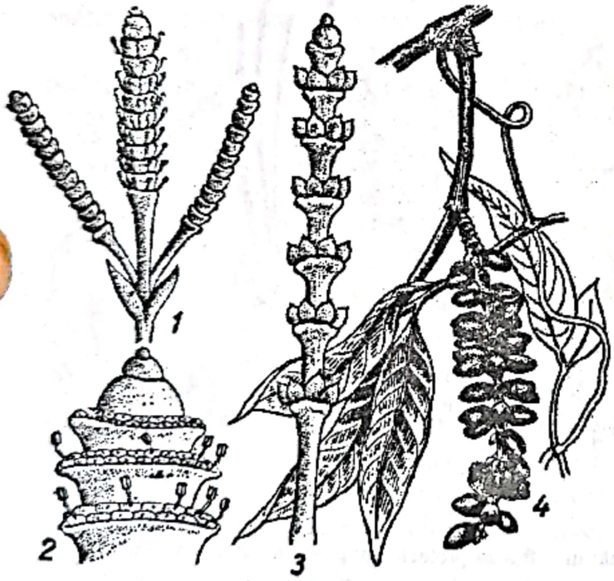


Fig. 212. *Gnetidae*: 1 – *Gnetum latifolium* cu spic sporifer purtător de stamine; 2 – aceeaşi imagine mărită; 3 – lăstar de rod cu inflorescenţa feminină: 4 – *Gnetum neglectum* – lăstar roditor cu seminţe cărnoase (după Kursanov, din Buia et al.)

4.2. Subclasa *GNETIDAE* (*Gnetaceae*)

Subclasa încadrează un singur gen, ***Gnetum*** (fig. 212), cu circa 30 de specii, cel mai adesea liane, mai rar arbori sau arbuşti, răspândite în pădurile tropicale. Ramurile sunt de două feluri: lungi (cu creştere rapidă) şi scurte.

Frunzele sunt eliptice, cu nervuri ramificate dichotomic.

Florile sunt unisexuate, dispuse dioic sau monoic. Acestea sunt dispuse în axila perechilor de solzi, concrescuţi sub formă de inel, şi mai multe împreună alcătuiesc un fel de spic. Florile masculine constau dintr-o stamină şi periant, iar cele feminine dintr-un ovul cu două integumente, dintre care cel interior alungit sub forma de tub, ce funcţionează ca stigmat, şi un periant. După polenizare şi fertilizare, integumentul extern se încărnoşează şi înconjoară sământa, care capătă aspectul unei prune, cu înveliş alcătuit din trei părţi: sarcotesta, sclerotesta şi endotesta, ca şi la sământa de *Ginkgo*. Aceasta este comestibilă.

G. gnemon creşte spontan dar se şi cultivă ca plantă alimentară în sudul Asiei şi insulele învecinate. Din unele plante se colectează fibre textile.

4.3. Subclasa *EPHEDRIDAE* (Ephedraceae)

Subclasa încadrează un singur gen, ***Ephedra***, cu circa 4 specii, cu răspândire tropicală, subtropicală şi temperată. *Ephedra altissima* (fig. 213).

Sunt arbusti cu tulpini subţiri, ca nişte nuiele verzi, pe care se află frunze mici, solziforme, dispuse opus sau verticilat.

Florile sunt dispuse dioic, câte 1-2 sau mai multe la capătul ramificațiilor, în unghiul frunzelor, aşezate opus.

Florile masculine prezintă un periant din două părți şi o stamină cu filament bifurcat, provenită din concreşterea mai multor structuri. La vârful filamentului se află saci polinici contopiți.

Florile feminine, asemănător cu cele masculine, au la exterior un periant format din două părți şi numai un ovul cu un integument (rezultat din concreşterea a două structuri anterioare) şi prelungit în afară în forma unui tub numit micropil tubulos.

La *Ephedra campylopoda,* în interiorul inflorescențelor masculine se află şi flori feminine sterile, ale căror ovule secretă o picătură cu gust dulce, cu rol în polenizare. Aceasta este căutată de către insecte (afide si silfide) şi care astfel transportă şi polenul. Izolat apar şi flori bisexuate.

După polenizare şi fertilizare, în jurul semințelor se formează un înveliş cărnos (rezultat din concreşterea bracteilor florii cu integumentul), care dau seminței aspect de bacă roşie-portocalie.

Importanta. Parțile aeriene de la *Ephedra* conțin alcaloizi (efedrina, pseudoefedrina) cu utilizări terapeutice.

În România se află *Ephedra distachya* (Cârcelul) (fig. 213-II), o specie cu areal disjunct: nisipurile litorale ale Mării Negre, Delta Dunării, Buzău în Subcarpații de Curbură, câteva locuri din Transilvania şi în zona Porților de Fier – Mehedinți. Întreruperea arealului acestei specii pe teritoriul României, care datează probabil din Tertiar, s-a datorat ridicării lanțului carpatic.

Filogenie. După mai multe caractere asemănătoare, grupele de origine ale *Gnetopsida* ar putea fi unele forme asemănătoare Bennettitalelor. O înrudire cu *Pinopsida* este puțin probabilă.

Caracterele de asemănare cu angiospermele se datorează unor fenomene de convergență. Fiind forme prea evoluate, specializate, derivarea angiospermelor din acestea este exclusă.

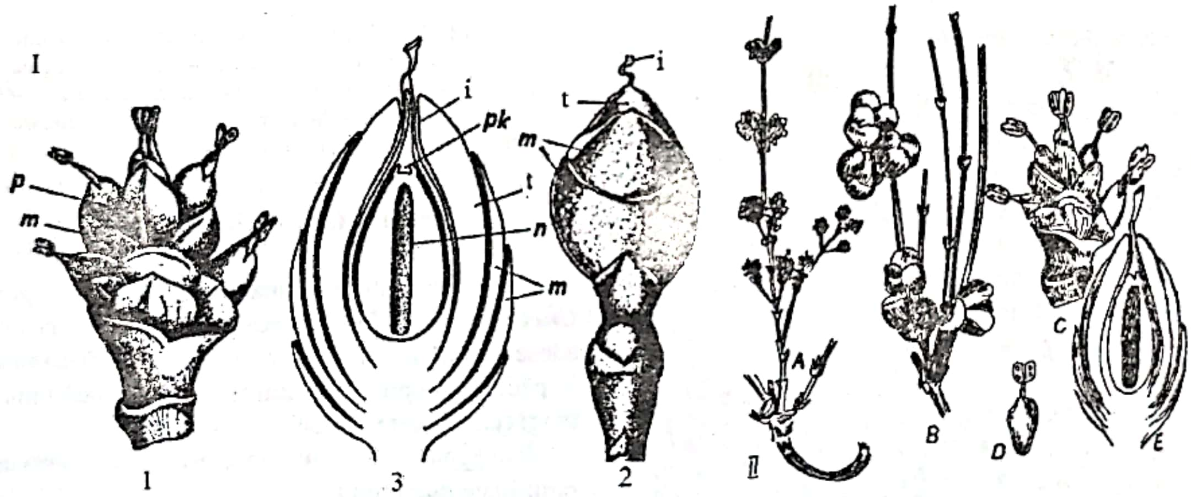


Fig. 213. I. *Ephedra altissima*: 1 – inflorescența masculină: m – frunză protectoare; p – periant; 2 – o carpelă din conul feminin: t – integument intern, care se încărnoşază; 3 – secțiune longitudinală în ovul: n – nucelă; i – micropil; pk – camera polinică: II. *Ephedra distachya*: A – lăstar cu inflorescențe masculine; B – lăstar de la plante feminine cu pseudobace; C – inflorescență masculină; D – o floare masculină; E – secțiune longitudinală în ovulul cu 2 integumente (după Soó)

RETROSPECTIVĂ ASUPRA ISTORIEI GENEALOGICE A GIMNOSPERMELOR

Se presupune, pe baza mai multor argumente, că cele două linii de gimnosperme, şi anume *Coniferophityna* şi *Cycadophitina*, au derivat şi evoluat în paralel, din progimnosperme izospore sau heterospore din Devonianul Superior, sau din unele pteridosperme timpurii din Carboniferul Inferior. După numeroşi filogenetişti, apariția pteridospermelor (Ferigile cu germeni) a reprezentat începutul evolutiei spermatofitelor.

Coniferofitinile au atins apogeul ca număr de forme şi areal în Mezofitic, iar cordaitalele au dispărut deja la sfârşitul Paleofiticului. Din cordaitale au derivat coniferele (Pinidele), care s-au menținut până astăzi. Ele populează locuri stabile extreme pentru vegetatia lemnoasă.

Coniferofitinile au atins apogeul, ca număr de forme şi areal în Mezofitic, iar cordaitalele au dispărut deja la sfârşitul Paleofiticului. Din cordaitale au derivat coniferele (Pinidele), care s-au menţinut până astăzi. Ele populează locuri stabile extreme pentru vegetaţia lemnoasă.

Ca grupă de bază a *Cycadophytina* sunt considerate *Lyginopteridopsida* (Ferigi cu germeni) foarte plastice din punct de vedere morfologic. Acestea s-au dezvoltat la maximum în Paleofitic şi apoi au dispărut.

Dezvoltarea florilor autentice a avut loc la *Cycadopsida* şi *Bennettitopsida* (considerate antofite timpurii), apropiate intre ele istorico-evolutiv. Acestea au avut maxim de dezvoltare in Mezofitic. O dată cu dezvoltarea angiospermelor din Cretacicul Mijlociu, acestea se reduc drastic, atât ca număr de specii cât şi ca areal de răspândire. În timp ce *Cycadopsida*, prin unele forme, au supravieţuit până astăzi, *Bennettitales* au dispărut cu totul.

Gnetopsidele de astăzi reprezintă, probabil, ultimii descendenţi eterogeni ai *Bennettitopsidae*-lor.

II. Treapta de dezvoltare: *ANGIOSPERMAE*

3.3. Subîncrengătura *MAGNOLIOPHYTINA* (= *ANGIOSPERMAE*)

Aceasta reprezintă a treia subîncrengătură a *Spermatophyta*- elor după cele ale primei trepte de dezvoltare: *Gymnospermae* şi anume: *Coniferophytina* şi *Cycadophytina*.

A. PRINCIPIILE MORFOLOGIEI ŞI ANATOMIEI EVOLUŢIONISTE ALE ANGIOSPERMELOR

Angiospermele reprezintă etapa cea mai înaltă de evoluţie în regnul vegetal. După nivelul lor de organizare, ele ocupă în regnul vegetal acelaşi loc ca şi mamiferele din regnul animal (deşi au apărut ceva mai târziu decât angiospermele).

Sporofitul şi gametofitul angiospermelor au atins treapta cea mai înaltă de organizare şi perfecţionare. Sistemul subteran (rădăcinile) cât şi cel aerian (lăstarul) au atins nivelul cel mai înalt de perfecţionare şi eficienţă în realizarea funcţiilor lor biologice.

Frunzele angiospermelor se caracterizează printr-o neobişnuită varietate a formei, mărimii şi alcătuirii lor. O dezvoltare progresivă foarte rapidă a realizat sistemul conducător, cu vasele cele mai perfecţionate şi eficiente. De asemenea, s-au perfecţionat ţesuturile mecanice (de susţinere), acoperire, embrionare (meristematice) şi de înmagazinare. Florile angiospermelor sunt, de asemenea, caracterizate printr-o treaptă de organizare mai înaltă şi o varietate mult mai accentuată decât a strobilului gimnospermelor. Gametofiţii angiospermelor sunt mult mai perfecţionaţi structural şi funcţional decât la gimnosperme. Ei se dezvoltă după un număr minimal de diviziuni celulare şi ale nucleului, sunt construiţi extraordinar de economic (fără risipă de material şi energie), nu mai posedă anteridii şi arhegoane. De asemenea, procesul de fertilizare, comparativ cu cel de la gimnosperme, s-a dezvoltat puternic progresiv, în independenţă totală faţă de apă. Fertilizarea dublă, în comparaţie cu cea simplă de la gimnosperme, a avut consecinţe extraordinare privitoare la extinderea în spaţiu şi timp a angiospermelor şi a capacităţi adaptative, nemaiîntâlnită la alte grupe de plante.

1. Locul şi timpul apariţiei angiospermelor şi a predecesorilor lor direcţi

Dintre multe probleme, până acum nerezolvate, ale evoluţiei regnului vegetal, apariţia şi dezvoltarea angiospermelor este cea mai complicată şi cea mai confuză. De mai bine de un secol ea este în atenţia paleobotaniştilor, fitogeografilor, morfologilor şi sistematicienilor. Mai mult, ea preocupă şi zoologii, datorită faptului că evoluţia angiospermelor este strâns legată de evoluţia mai multor grupe de insecte, de cea a păsărilor şi a mamiferelor şi, prin urmare, şi de evoluţia omului însuşi. În orice caz, ştiinţa nu a dezvăluit nici pe departe enigma veche de secole a angiospermelor şi o serie de probleme legate de apariţia şi evoluţia lor caută încă răspunsul.

În încercările de a rezolva problemele legate de timpul, locul şi condiţiile apariţiei angiospermelor, care sunt predecesorii lor nemijlociţi şi grupele lor primare, cercetătorii se îndreaptă în primul rând spre istoria geologică, căutând sprijin în datele furnizate de paleobotanică. Totuşi, resturile fosile primordiale din Cretacicul Inferior şi în special din Jurasicul Superior, când se consideră că au apărut primele angiosperme, şi stadiile de început ale evoluţiei lor, sunt puţin numeroase, fragmentate şi neconcludente. Materialul paleobotanic complet, sigur, există numai din formațiunile geologice, când angiospermele erau deja înalt diferențiate și dezvoltate și în plină expansiune pe Terra (începutul Cretacicului). Astfel, angiospermele primare sunt încă complet necunoscute, la fel predecesorii lor cei mai apropiați dintre gimnosperme și formele de tranziție dintre ele.

La acestea neajunsuri se mai adaugă și altele legate de resturile fosile. Sunt cunoscute numai fragmente de organe vegetative și polen, mai rar fructe și semințe și resturi de flori, de obicei separate de organele vegetative. De aceea, paleobotanica nu furnizează nici un fel de argument puternic despre apariția angiospermelor și, de asemenea, contribuie numai puțin la recunoașterea căilor de evoluție morfologică ulterioare ale acestora.

De aceea, botaniștii sunt nevoiți, pentru rezolvarea acestei probleme, să apeleze la cercetarea formelor actuale, în special la studiul morfologiei și anatomiei comparative a organelor vegetative și reproducătoare, a biochimiei, serologiei, ecologiei și răspândirii geografice a lor (vezi sursele sistematicii filogenetice).

Cercetarea trebuie să înceapă cu reprezentanții care reunesc cele mai multe caractere primitive, arhaice. Astfel de angiosperme aparțin ord. *Magnoliales* și altor câteva ordine apropiate, ca *Laurales, Ranales*, *Nymphaeales*, care sunt reunite în grupa *Polycarpicae*. Această grupă primitivă deține incontestabil poziția cheie în studiul morfologiei evoluționiste și sistematicii filogenetice a angiospermelor.

Pentru morfologia evoluționistă această grupă este foarte importantă, pentru că numai în interiorul acesteia se pot urmări primele faze ale formării și evoluției unui întreg șir de structuri caracteristice angiospermelor. Ne referim, în primul rând, la apariția vaselor (traheilor) din traheidele scalariforme, apoi la evoluția carpelei de la cea de la început, semideschisă și apoi închisă complet, și cu dezvoltarea stigmatului tipic.

Pentru sistematica filogenetică, grupa este importantă pentru că, pornind de la datele de morfologie comparativă, se pot lega împreună toate liniile de dezvoltare ale angiospermelor prin lanțuri filogenetice, într-un arbore genealogic monofiletic (dendrogramă). Punctele nodale ale legăturilor filogenetice sunt ocupate de reprezentanții cei mai primitivi ai angiospermelor din ordinele mai sus enumerate.

Totuși, deși foarte importantă, morfologia și sistematica angiospermelor nu este suficientă dacă nu se ia în considerare ecologia și geografia lor. Se consideră că lipsa materialului paleobotanic despre angiospermele primare rezidă în particularitățile lor ecologice. Acum se cunoaște că cele mai primitive angiosperme sunt plante montane tipice, care cresc în munții ținuturilor tropicale și subtropicale și formează populații mici și izolate. Prin extrapolare se consideră că angiospermele primare și predecesorii lor gimnospermi au fost, de asemenea, locuitori ai munților. Pentru astfel de plante, condițiile propice pentru fosilizarea unor resturi au fost extrem de nefavorabile. Nu numai depărtarea față de terenurile de sedimentare și fosilizare este cauza lipsei resturilor fosile.

Se adaugă la aceasta și cercetări actuale de genetică a populației. Se cunoaște faptul că, în orice populație naturală, fie ea mare sau mică, acționează concomitent atât selecția naturală cât și procesele „driftului" (derivei) genetice, adică răspândirea, condiționată de întâmplare, a caracterelor (genelor) în populație. Se cunoaște, de asemenea, faptul că selecția naturală, viteza și caracterul evoluției, depind de mărimea populației. În populații mici, izolate, cum se află la aceste plante cu caractere primitive, selecția naturală devine practic ineficientă și oscilațiile condiționate de întâmplare în repartizarea mutațiilor („driftului" – derivei genetice) predomină. În populațiile mari evoluția este strict adaptativă și se desfășoară lent, în timp ce în populațiile mici ea nu are caracter adaptativ și poate uneori să se desfășoare foarte repede. Pentru o evoluție progresivă, rapidă, cea mai favorabilă situație este cea în care se întâlnesc ambele mecanisme evolutive: selecția naturală și „driftul genetic" și acționează împreună, complementar. În populații mici, mutațiile, deseori nefolositoare, rareori ating concentrații mari care să cuprindă întrega populație.

Pe baza acestor cercetări de genetică a populațiilor s-a ajuns la concluzia că lipsa de forme de tranziție între categorii taxonomice înalte nu trebuie explicată numai prin lacunele cronicii geologice. După o ipoteză a lui Simpson (1944) tipurile de tranziție erau foarte puțin numeroase și evoluau foarte repede, încât există probabilitatea foarte mică de a fi găsiți reprezentanți în stare fosilă. Procesul diferențierii primare a taxonilor mari reclamă mai puțin timp în populații mici, izolate, decât adaptarea, diferențierea și răspândirea lor în continuare. După E. Mayr (1954) „procesul de evoluție în populații izolate periferice se desfășoară accelerat și aici există posibilitatea reală pentru o macroevoluție".

Grupele de tranziție dintre gimnosperme și angiosperme formau sisteme de populații locale de munte, semiizolate, mici, periferice. Un astfel de sistem de deme semiizolate este pentru plantele de munte normal și în acestea deriva genetică și selecția naturală acționează împreună și duc la o evoluție rapidă. Această ipoteză este foarte probabilă și se poate extrapola și la cei mai apropiați predecesori ai angiospermelor ca și la angiospermele primordiale, unde evoluția a acționat rapid și a fost favorabilă apariției unor grupe sistematice mai plastice și adaptative. Pteridospermele vechi, cu caractere mai primitive decât *Bennettitales* și *Cycadales*, au putut să reprezinte punctul de plecare pentru o grupă mai progresivă, nouă, a angiospermelor, care era caracterizată prin înaltă capacitate de adaptare și plasticitate. Această grupă era cu atât mai plastică cu cât se consideră că a apărut pe cale neotenică.

În condiții de viață extreme, după cum se cunoaște, pot avea loc transformări neotenice la organisme. În procesul de evoluție anumite organe și țesuturi sunt împiedicate în dezvoltarea lor și astfel ontogeneza se încheie prematur. Ontogeneza se întrerupe și stadiile timpurii de dezvoltare devin definitive, când organismul este capabil să dea urmași. Formele neotenice asigură formarea rapidă de descendenți în condiții de viață extreme, scurtând ciclul de dezvoltare. Participarea acestora în populații, în condițiile unei presiuni puternice a selecției naturale, devine treptat mai mare și sfârșesc prin a înlocui treptat tipul de plecare, inițial. Acest lucru este valabil pentru multe specii de animale (salamandre), dar și pentru unele plante din pajiștile alpine. La acestea, scurtarea fazelor de dezvoltare vegetativă și dezvoltarea mai timpurie și mai rapidă a organelor generative conduce la rezultate analoage animalelor.

Neotenia a avut și are mare importanță pentru evoluția viețuitoarelor. Fiecare neotenie ereditară reprezintă o anumită despecializare, ceea ce poate duce la dezvoltare în direcții noi. O neotenie bruscă duce la început la o simplificare a fenotipului și reprezintă premisa pentru evoluția progresivă în continuare a formelor neotenice.

Însemnătatea neoteniei pentru evoluția regnului animal a fost recunoscută de către zoologi de mult timp (A. Hardy, 1954). Spre deosebire de zoologi, botaniștii nu au acordat atenția necesară importanței neoteniei în apariția taxonilor de rang înalt și i-au conferit numai un oarecare rol în evoluția speciilor și genurilor. Pe baza a numeroase observații și cercetări s-a ajuns la concluzia că însuși încreng. *Angiospermae* poartă urme ale unei apariții neotenice (A. Takhtajan, 1954, 1959). În literatura botanică a fost deja arătat că floarea angiospermelor primitive trebuie interpretată ca o formă neotenică a strobilului (conului) predecesorilor gimnospermi. De asemenea, apariția gametofitului feminin al angiospermelor, fără arhegoane, poate fi interpretată ca o formă neotenică a gametofitului gimnospermelor primitive. Prin neotenie se poate explica și apariția frunzelor angiospermelor, a frunzelor cu nervațiune palmată din cea penată, ca și apariția frunzelor monocotiledonatelor din cele ale dicotiledonatelor. După toate aparențele, de o dezvoltare neotenică au fost atinse aproape toate organele și părțile predecesorilor angiospermelor și aceasta ar fi cauza pentru care cronica geologică prezintă numeroase lacune. De aceea, evoluția angiospermelor s-a desfășurat nu numai repede (deoarece se desfășura în populații periferice, izolate, mici) ci și discontinuu (ca rezultat al neoteniei).

Prin urmare, primele angiosperme s-au format în munți, erau scindate în populații numeroase, mici și izolate și, deci, se aflau în condiții maximale pentru dezvoltare în direcții diferite. Să mai adăugăm că evoluția lor era strâns legată de a insectelor polenizatoare și se sprijinea pe un mecanism specific și complicat al selecției reciproce (coevoluției), atunci ne explicăm marea viteză a acestei primare diferențieri a angiospermelor primordiale.

Ca rezultat al evoluției rapide, care se desfășura în direcții diferite, angiospermele au dobândit o varietate neobișnuită de forme biologice (arbori, arbuști, subarbuști, liane, plante erbacee perene, bienale, anuale). Această varietate morfologică extremă a angiospermelor a făcut pe unii cercetători să avanseze ipoteza unei origini polifiletice a lor.

Datele morfologiei și sistematicii speciilor actuale conduc la concluzia că angiospermele reprezintă o grupă monofiletică (cu o singură origine) naturală a dezvoltării și nu diferite ramuri paralele cu origini diferite și neînrudite între ele.

Câteva caractere morfo-anatomice, care apar constant la toate angiospermele, în toate continentele și nu în același timp, dovedesc că reprezentanții angiospermelor au origine comună, deci au apărut monofiletic. Între aceste caractere se amintesc: carpela cu sutura caracteristică a marginilor și cu stilodiu, poziția constant centrală a gineceului în raport cu androceul de-a lungul axei florii, gametofiții masculini și cei feminini asemănători și foarte caracteristici la toate angiospermele, procesul universal și stereotip al fertilizării duble, tuburile liberiene ciuruite cu celule anexe. Aceste caractere pot apărea și evolua complet independent unele de altele. Astfel, nu există nici un fel de dependență între construcția gametofitului feminin și ceea a staminelor sau între construcția florii și ceea a țesutului conducător al organelor vegetative. Printr-o serie de caractere, pe care numai ele le posedă și care în dezvoltare sunt independente în timp și spațiu, angiospermele reprezintă, fără îndoială, o grupă naturală mare, monofiletică.

2. Însemnătatea formelor primitive pentru morfologia evoluționistă a angiospermelor

Cercetarea angiospermelor trebuie să înceapă cu formele primitive actuale. Acest fapt permite urmărirea evoluției multor țesuturi și organe, începând de la cele mai timpurii stadii ale dezvoltării lor sau chiar din momentul apariției lor. Este de mult stabilit că pentru a înțelege o oarecare structură, țesut sau organ vegetal, în primul rând trebuie cercetate formele primitive la care respectiva structură este în stadiul de început al dezvoltării sale sau a început să se diversifice. Pentru interpretarea morfologică corectă a uneia sau altei structuri nu este indiferent dacă se cercetează la grupe amplu progresate, unde ea este complet dezvoltată, în mod diferit specializată sau uneori puternic redusă. Trebuie început cu grupele primitive, unde esența morfologică a respectivei structuri iese mai mult în evidență și nu este estompată prin specializări sau reduceri.

Astfel, este evident că vom recunoaște mai clar esența morfologică a staminei sau a carpelei cu stilodiu dacă începem cercetarea cu floarea primitivă de la *Winteraceae, Degeneriaceae* sau *Magnoliaceae* și nu cu cea de la angiospermele superioare (*Solanaceae, Asteraceae* ș.a.). Studiile complexe trebuie șă cuprindă atât organele vegetative cât și pe cele de reproducere, caracterele exomorfe cât și endomorfe.

Varietatea extraordinară a angiospermelor actuale a luat naștere în urma unui proces evolutiv foarte complicat și este rezultatul dezvoltării în condiții de mediu foarte diferite dar și a variatelor direcții de evoluție datorate radiației adaptative.

Primele etape ale acestui proces evolutiv complicat aparțin trecutului geologic și ne sunt foarte puțin sau complet necunoscute. Din acest motiv, cercetarea evoluționistă a gimnospermelor, și în special a pteridospermelor, găsește un sprijin sigur în datele furnizate de paleobotanică. Morfologia evoluționistă a angiospermelor se bazează, deseori, numai pe cercetarea reprezentanților actuali.

Angiospermele oferă cercetării morfologiei evoluționiste și unele avantaje în comparație cu gimnospermele, datorită, în special, vârstei lor mai mici. În timp ce pentru gimnosperme formele lor inițiale și anume pteridospermalele (Ferigi cu germeni) au pierit cu foarte mult timp în urmă (circa 300 milioane ani – în Carbonifer), în grupul mare al angiospermelor, mult mai tinere, primele apărute la sfârșitul Jurasicului și începutul Cretacicului, cu circa 150 mil. ani în urmă, s-au menținut până în zilele noastre încă forme extrem de arhaice, neîndoielnic cu caractere foarte primitive ca *Winteraceae*-le, *Degeneriaceae*– le, *Magnoliaceae*– le ș.a., considerate pe drept cuvânt „fosile vii" prin analogie cu „fosilele vii" dintre animale. *Monochlamydeae*- le, considerate până nu demult ca grupe primitive, în urma cercetărilor complexe asupra organelor lor vegetative și reproducătoare, sunt privite ca secundar simplificate.

B. EVOLUȚIA MORFOLOGICĂ ȘI HISTOLOGICĂ A AXEI LĂSTARULUI LA ANGIOSPERME

1. Organizarea cormului

Plantele vasculare, pteridofitele și spermatofitele, se mai numesc cormofite. Corpul lor, superior organizat morfologic și histologic, poartă numele de corm. Cormul este alcătuit din sistemul lăstarului și sistemul rădăcinii.

Lăstarul este format din axa lăstarului și frunze. Aceste trei părți ale corpului lor: axa lăstarului, frunza și rădăcina sunt organele de bază ale cormofitelor (plante cu lăstari). Frunzele stau totdeauna pe axele lăstarului și niciodată pe rădăcini. Rădăcinile formează ramificații laterale, iar din axa lăstarului se dezvoltă lăstari laterali. Rădăcinile se pot forma și din lăstari, dar și de pe rădăcină pot lua naștere lăstari ai rădăcinii numiți drajoni.

În cazul tipic, axele cilindrice ale lăstarilor și rădăcinile sunt unifaciale, adică de jur împrejur cu suprafața asemănătoare. În secțiune transversală sunt radiar simetrice și prin celule inițiale apicale, respectiv puncte de vegetație, situate terminal, sunt capabile de creștere în lungime, teoretic nelimitată. Frunzele, în schimb, sunt configurate bifacial, adică partea de deasupra și cea de dedesubt se deosebesc atât morfologic cât și histologic. În afară de aceasta, organele frunze au creștere limitată, prin celule apicale bifaciale sau prin meristeme lineare de margine.

Corespondențele principiale în construirea corpului tuturor cormofitelor se evidențiază prin analiza sporofitului tânăr (embrionul). Pentru exemplificare se va lua embrionul spermatofitelor.

Embrionul tipic al acestor plante are următoarea alcătuire:

1. Radicula (= rădăcina germene; rădăcina embrionară);
2. Lăstarul embrionar cu un pol al rădăcinii și un pol al lăstarului care se întâlnesc în regiunea numită gâtul rădăcinii;
3. Cotiledoanele (1, 2 sau mai multe) numite frunze germen (= embrionare) sau primordii foliare;
4. Hipocotilul situat între gâtul rădăcinii și locul de asamblare a cotiledoanelor, respectiv cotiledonului;
5. Epicotilul reprezintă segmentul de deasupra cotiledoanelor până la locul de amplasare a frunzelor primare;
6. Plumula (gemula), care reprezintă mugurele terminal al embrionului, este situată în vârful polului lăstarului.

În unghiul frunzelor primare (cele care se formează ulterior cotiledoanelor, la germinația epigee) se află muguri axilari din care mai târziu vor lua naștere lăstari laterali.

Cotiledoanele, ca toate celelalte organe frunze, sunt excrescențe laterale ale suprafeței axei lăstarului, dispuse înclinat către vârful acestuia, îl depășesc în lungime și îl protejează prin învelire. Între partea adaxială a frunzei și axa lăstarului se formează un unghi ascuțit. În acest așa numit unghi al frunzei se află un mugur axilar, care mai târziu poate da naștere la un lăstar lateral. Această relație de poziție între locurile de amplasare ale frunzelor și mugurii laterali se întâlnește peste tot la angiosperme.

Multe plante ferigi se comportă în această privință divergent. Chiar și la plantele cu semințe, în împrejurări speciale, de exemplu prin mutilări naturale sau artificiale, în oricare loc de pe fiecare organ de bază, pot lua naștere, prin reembrionalizare, noi puncte de vegetație ale lăstarului sau rădăcinii, din care se formează lăstari adventivi sau rădăcini adventive.

Semințele sunt unitățile tipice de răspândire ale spermatofitelor. O dată cu germinarea semințelor încep să se dezvolte sistemul lăstarului și al rădăcinii. Frunzele se dezvoltă într-o anumită succesiune de-a lungul axei lăstarului. Cotiledoanele, în cazul germinației epigee, se înverzesc și reprezintă primele frunze. Le urmează frunzele de tranziție (= protofile, frunze primare) și în cele din urmă frunzele adevărate (propriu-zise) numite trofofile, ca organe ale fotosintezei, respirației și transpirației.

La plantulă, lăstarul și rădăcina cresc nu numai în lungime ci și în grosime: creștere de întărire, de rezistență, dar și creștere în grosime primară. Plantele unianuale și bienale, după maturarea fructelor și formarea semințelor, dispar din cauze interne. La plantele lemnoase (arbori, arbuști) creșterea în lungime este continuată timp de ani sau de secole.

În contrast cu animalul, planta, din punct de vedere teoretic, ca organism deschis, crește cât trăiește. Aceasta se realizează prin punctele de vegetație situate la vârful rădăcinii lor, ale axelor lăstarilor și ramificațiilor lor laterale. Se estimează că la arborii mari există până la 100.000 de astfel de puncte de vegetație. În afară de aceasta, la plantele lemnoase rămân inactivi un mare număr de muguri axilari (muguri dorminzi). Ei încep să se dezvolte atunci când punctele de vegetație terminale sunt îndepărtate, natural sau artificial.

La plantele lemnoase, creșterea în lungime a organelor axei lăstarului este însoțită de o creștere în grosime secundară, care se bazează pe activitatea cambiilor (meristeme laterale). Starea morfologică pe care a atins-o o plantă înainte de începerea activității cambiale, este desemnată ca stare primară (la multe plante erbacee aceasta se menține toată viața). O dată ce cambiile au devenit active se dezvoltă un nou stadiu morfologic și histologic, desemnat ca stadiu secundar.

Floarea nu este organ de bază al plantei (spre deosebire de axa lăstarului, frunza și rădăcina), ci un lăstar scurt, care s-a specializat pentru producerea și protejarea microsporilor și megasporilor și astfel servește pentru reproducere.

În unghiurile de frunză, sau în cazul inflorescențelor din axilele bracteilor (frunze mult modificate morfologic), pot să se formeze flori sau lăstari laterali purtători de flori. Cu formarea florii se consumă punctul de vegetație al unui lăstar și astfel se oprește creșterea în lungime a acestuia.

2. Axa lăstarului: construcție exterioară și împărțire longitudinală

Axele lăstarului se prezintă sub formă de trunchiuri, ramuri de ordine diferite, lăstari subterani (rizomi, bulbi), lăstari aerieni (stoloni) și poartă pe ele frunze, care pot fi nefrapante (solzii de pe rizomi) sau frapante pe axele aeriene. Pe segmentele mai vechi ale axei frunzele lipsesc, deoarece, în comparație cu axa, acestea au viață scurtă. Frunzele senescente cad, la plantele lemnoase cu frunze căzătoare, la sfârșitul fiecărei perioade de vegetație, datorită apariției unui țesut special de separare.

Locul de inserție al frunzelor pe axa lăstarului, mai îngroșat, poartă numele de nod, iar porțiunea axei dintre două noduri succesive poartă numele de internod.

Lungimea internodurilor se află în domeniul centimetrilor și decimetrilor. La plumulă, nodurile sunt foarte scurte și poartă primordiile foliare, care sunt foarte apropiate unul de altul. Internodurile cresc ulterior în lungime prin întinderea celulelor și frecvent, suplimentar, printr-o creștere intercalară. Aceasta se bazează pe activitatea temporară a meristemelor intercalare (meristeme-rest).

Adesea, lungimea internodurilor variază considerabil în sistemul lăstarului uneia și aceleiași specii. Se formează lăstari lungi (dolicoblaste) și lăstari scurți (brahiblaste). Lăstarii scurți sunt, cel mai adesea, lăstari laterali la care nodurile, și de aceea și frunzele, se succed alăturat, una lângă alta. Sunt bine cunoscute exemplele de lăstari scurți de la conifere (*Larix decidua, Pinus sp.* ș.a.). Lăstarii scurți apar și la foioase, în coroana acestora, ca de exemplu la pomii fructiferi dar și la fag etc.

Internoduri extrem de scurte se găsesc și în unele inflorescențe, cum ar fi calatidiul de la compozite.

Și la unele plante cu rizomi (*Primula sp., Taraxacum sp.*), datorită internodurilor foarte scurte, se formează rozete de frunze. Rozetele se formează și la plantele unianuale și bienale, după formarea în sol a sistemului de rădăcini. La plantele bienale, numai în anul al doilea se formează un lăstar lung ce poartă în vârf flori sau inflorescențe (*Bellis perennis, Verbascum sp.* ș.a).

Lăstarii subterani, numiți rizomi, au internoduri mai lungi și în axa lor se înmagazinează substanțe de rezervă. La alte organe subterane (bulbii), internodiile sunt foarte scurte și tecile frunzelor stau apropiate unele de altele și au rol de înmagazinare a substanțelor de rezervă.

Internoduri puternic prelungite au lăstarii aerieni de la *Fragaria sp., Ajuga reptans, Trifolium repens, Ranunculus repens, Phragmites sp.* ș.a., care poartă numele de stoloni. Ei se pot înrădăcina la o oarecare distanță de planta mamă, la un nod și joacă rol în înmulțirea vegetativă. La cartof ș.a. capetele îngroșate ale stolonilor subterani preiau funcția de înmagazinare a substanțelor de rezervă și se transformă în tuberculi. „Ochii" de pe tubercul reprezintă mugurii lăstarului și din ei se formează axe aeriene cu frunze și flori (înmulțirea vegetativă prin „ochi" a cartofului).

La unele plante (ca *Lilium martagon* – Crinul de pădure) de-a lungul axei se află internoduri alungite și internoduri scurte și de aceea se ajunge la formarea de verticile aparente.

3. Formele biologice ale angiospermelor

Angiospermele actuale se prezintă sub o mare diversitate de forme de viață (forme biologice = bioforme), care reprezintă strategii de adaptare pentru supraviețuire în zone cu anotimpuri pronunțate. În funcție de condițiile geografice, adaptările se referă, în primul rând, la doi factori de mediu: apa și temperatura și în mod concret cum pot suporta sensibilele puncte de vegetație ale lăstarilor perioadele geroase de iarnă.

Formele biologice sunt rezultatul unei adaptări de durată a unor plante la condițiile locale de existență, reflectate în aspectul lor exterior (habitus). Adaptările ecologice sunt strâns legate de tipul de organizare al plantei, de apartenența ei sistematică.

În funcție de aceasta se deosebesc următoarele forme de viață:

1. FANEROFITE (gr. phaneros – vizibil, deschis) sunt plantele lemnoase ai căror muguri ai lăstarilor sunt situați la distanțe apreciabile față de suprafața solului. La foioase meristemele lor apicale sunt protejate împotriva gerului și a uscăciunii prin solzi ai mugurilor (= tegmente), care se îmbină cât mai strâns pentru a asigura o acoperire eficientă. Tegmentele sunt tari, uscate, simplu construite și frecvent lipite între ele prin rășini, secreții de felul gumei sau mucilagii. Ele cad primăvara, iar cicatricele locurilor de unde au căzut stau apropiate pe lăstari care se alungesc și reprezintă limitele creșterilor anuale.

Se deosebesc fanerofite veșnic verzi sau numai vara verzi. În funcție de înălțimea axei lăstarului ele se clasifică în:

I. **Megafanerofite** (arbori mai înalţi de 30 m) şi **mezofanerofite** (arbori de la 8-30 m înălţime). Acestea se subdivid la rândul lor în:

1. Cu frunze veşnic verzi, muguri fără solzi (tegmente).
2. Cu frunze veşnic verzi, muguri cu solzi.
3. Foioase, muguri cu solzi.

II. **Microfanerofitele** (arbori şi arbuşti de la 2 la 8 m înălţime):

1. Cu frunze veşnic verzi, muguri fără solzi.
2. Cu frunze veşnic verzi, muguri cu solzi.
3. Foioase, muguri cu solzi.

III. **Nanofanerofitele** (arbuşti mai scunzi de 2 m) şi fanerofite erbacee:

1. Cu frunze veşnic verzi, muguri fără solzi.
2. Cu frunze veşnic verzi, muguri cu solzi.
3. Foioase, muguri cu solzi.
4. Fanerofite erbacee.

IV. **Epifite** (*Hedera helix* etc.).

V. **Suculente** (*Cactaceae, Euphorbiaceae* p.p. ş.a.)

2. CAMEFITE (gr. *chamaiphyes* – crescând scund) sunt reprezentate de subarbuşti şi arbuşti pitici târâtori dar şi plante erbacee care cresc în perniţe din zona munţilor înalţi şi din tundra nordică (ex. *Erica carnea, Calluna vulgaris* ş.a.). Mugurii de reînnoire sunt apropiaţi de sol (până la 25 cm) şi sunt protejaţi iarna de pătura de zăpădă, care, datorită conţinutului mare de aer, este un rău conducător de căldură.

Se subdivid în:

1. Semiarbuşti la care lăstarii aerieni sunt ortotropi, mai mult sau mai puţin ridicaţi deasupra solului şi formează perniţe la bază.
2. Camefite pasive. Lăstarii aerieni sunt ortotropi, dar stau pe pământ ca urmare a greutăţii lor.
3. Camefite active. Lăstarii aerieni sunt culcaţi pe pământ (plagiotropi).
4. Plante pulvinate (care formează perniţe).

3. CRIPTOFITE (gr. *kryptos* – ascuns) sau geofite. La aceste plante mugurii de reînoire se află pe organe ale axei subterane sau sub apă. Se deosebesc geofite cu rizomi, cu bulbi sau cu muguri pe rădăcini. Lăstarii supraterani cu trofofile şi flori se pot forma în fiecare an.

4. HEMICRIPTOFITELE ocupă o poziţie intermediară între camefite şi criptofite (= geofite). Mugurii de reînoire se află nemijlocit la suprafaţa solului şi sunt protejaţi peste iarnă de zăpădă, frunziş căzut sau resturi uscate de iarbă. Aici se încadrează multe ierburi (graminee), plante cu rozetă bazală (*Taraxacum officinale, Plantago media* ş.a.), plante cu stoloni (*Trifolium repens, Fragaria sp., Ranunculus repens* ş.a.) sau plante perene cu tulpina la bază semilemnoasă, la care mugurii de reînoire se află la baza acestora (*Urtica dioica, Lysimachia vulgaris* ş.a.). Partea erbacee, de deasupra părţii bazale, a semilemnoaselor piere iarna.

5. TEROFITE (gr. *theros* – vară). Sunt plante erbacee anuale care parcurg perioadele nefavorabile de vegetaţie (uscăciune sau îngheţ) sub formă de fructe sau seminţe. Acestea, prin conţinutul redus de apă, sunt rezistente la ger sau la secetă. Ele conţin substanţe nutritive, necesare pentru germinare, în embrionul însăşi (cotiledoane) sau într-un ţesut special: endosperm sau perisperm. Ca urmare a unui program intern, partea vegetativă piere după maturarea seminţelor.

Terofite sunt plante erbacee propriu-zise şi se pot grupa în terofite anuale şi bienale. În timp ce terofitele anuale se evidenţiază ca plante ruderale, adică cele ce colonizează repede ogoarele necultivate, căi de comunicaţie, locuri cu moloz etc., terofitele bienale, care prezintă rozetă bazală, se află, de regulă generală, în comunităţi vegetale mai stabile.

PLANTELE DE APĂ se clasifică în helofite şi hidrofite. La acestea mugurii vegetativi se află sub apă sau deasupra apei.

1. Helofitele (gr. *helos* – mlaştină; *-phyton* – plantă). Sunt plante de mlaştină, la care mugurii se ridică deasupra apei. Acestea, de regulă generală, sunt plante erbacee mari.
2. Hidrofitele sunt plante de apă la care mugurii sunt sub apă.

Sistemul de clasificare a formelor biologice, elaborat de savantul danez K. Raunkier şi cu îmbunătăţirile ulterioare aduse de numeroşi alţi botanişti, este un sistem global asupra angiospermelor. La baza acestei clasificări se află o serie de caracteristici interdependente: structura mugurilor (acoperiţi sau descoperiţi), poziţia faţă de suprafaţa solului, căderea sau nu a frunzelor, structura lăstarilor de vară (pentru hemicriptofite), structura axelor subterane (pentru geofite). Se ia în considerare, de asemenea, aspectul exterior (habitusul) al speciei, dar şi trăsături morfofiziologice ale întregii plante. Este un sistem global, dar simplu, aplicabil în practică şi demonstrează evoluţia formelor de viaţă ale angiospermelor de la forme lemnoase la forme erbacee.

În funcţie de condiţiile fizico-geografice de pe suprafaţa globului, se poate evidenţia predominarea unora sau a altor forme de viaţă, care aparţin unor specii neînrudite sistematic între ele, dar care reflectă asemănarea condiţiilor de existenţă.

Astfel, pe direcţia dinspre pădurile tropicale umede şi calde spre zona arctică se poate urmări transformarea formelor de viaţă: de la megafanerofite spre microfanerofite, nanofanerofite şi camefite, apoi spre hemicriptofite, geofite şi terofite.

Orientarea, în extraordinar de marea varietate de forme biologice întâlnită la angiospermele actuale, impune o cercetare amănunţită, profundă, a morfologiei, anatomiei, ecologiei, geografiei etc., acestora în corelaţie cu strămoşii lor gimnospermi, de la care s-au păstrat resturi fosile.

Se pune întrebarea: care formă biologică este primordială şi care derivată: cea lemnoasă sau cea erbacee?

Se cunoaşte faptul că principalele direcţii în evoluţia plantelor vasculare au apărut în medii umede, acolo unde condiţiile sunt favorizante pentru viaţa plantelor. Astfel de condiţii se întâlnesc la tropice şi în regiuni calde şi temperate, unde se află aproape trei sferturi dintre familiile de angiosperme actuale.

Vegetaţia terestră, în aceste zone, constă preponderent din plante lemnoase. Coroborând acest fapt cu aparenta absenţă a formelor erbacee în cadrul pteridospermalelor (strămoşii probabili ai angiospermelor) a condus la ideea că primele angiosperme au fost şi ele lemnoase. Este semnificativ faptul că speciile arbustive din regiunile tropicale şi subtropicale conţin în xilem traheide similare cu cele de la *Lyginopteris* (Ord. *Pteridospermales*).

Un lucru care nu mai trebuie demonstrat este faptul că plantele lemnoase se reproduc mai puţin repede decât cele erbacee şi deci au posibilităţi mai reduse pentru recombinare genetică şi selecţia de noi forme. Deci trăsăturile primitive ale angiospermelor sunt mai des reprezentate la speciile lemnoase decât la cele erbacee. De aceea, se poate concluziona, din cercetările morfologice şi de anatomie comparată, coroborate cu cele fosile de gimnosperme, că primele plante cu flori (angiospermele) erau arbuşti sau arbori.

Pe baza a numeroase date se consideră că angiospermele ancestrale au fost arbuşti sau arbori mici, veşnic verzi, cu puţine ramuri groase, ale căror frunze, puţin numeroase, erau dispuse laolaltă la vârful ramurilor. Un tip de ramificare de acest fel se întâlneşte la forme lemnoase actuale primitive ce aparţin la *Magnoliaceae* şi la genul *Illicium* (*Illiciaceae*). Aceste prime angiosperme au amintit, în habitusul lor, de unii reprezentanţi ai *Williamsoniaceae*- lor (ord. *Bennettitales*).

Din aceste tipuri primitive, în decursul evoluţiei, au rezultat, pe de o parte, arborii uriaşi ai pădurilor tropicale umede, puţin ramificaţi şi pe de altă parte, arborii puternic ramificaţi ai climei temperate şi reci.

În condiţiile climei umede tropicale şi parţial subtropicale, cresc arbori uriaşi cu trunchiul principal puternic dezvoltat, în schimb cu o slabă ramificare a coroanei (de ex. Adansonia digitata ş.a.). La aceştia se află numai ramuri laterale de ordinul I-III (foarte rar ordinul IV-V), la care frunzele veşnic verzi se află dispuse, sub formă de smocuri, numai în vârful acestor ramuri goale (Bews, 1927, citat după Takhtajan, 1959). Arborii regiunilor calde, uscate sau temperate şi reci, prin comparaţie, au, de regulă generală, şapte sau opt ordine de ramificare, formându-se o îngrămădire de ramuri cu funze, atât de caracteristice pentru cei mai mulţi arbori europeni.

4. De la tipul lemnos la cel erbaceu

Una din direcţiile principale în evoluţia adaptativă a axelor lăstarului la angiosperme a fost şi cea legată de apariţia tipului erbaceu din cel lemnos, în decursul unor lungi perioade geologice.

Conform cu părerile fundamentate ştiinţific ale unei întregi pleiade de eminenţi botanişti (vezi A. Takhtajan, 1959, pg. 34-35), desfăşurarea evoluţiei formelor de viaţă şi de creştere la angiosperme, raportate la variate condiţii ale mediului înconjurător, s-a desfăşurat aproximativ în următoarea succesiune: arbuşti scunzi veşnic verzi şi puţin ramificaţi din care au evoluat, dar adeseori şi paralel cu aceştia → arbuşti şi arbori mai mult sau mai puţin puternic ramificaţi, veşnic verzi sau verzi vara → liane → arbuşti pitici şi semiarbuşti, tufe → plante erbacee (la început perene → bienale → unianuale). Uneori s-a ajuns şi la dezvoltarea, în mod secundar, de plante lemnoase din cele erbacee.

Apariția acestora, ca și a altor numeroase forme de adaptare, pe baza reformării axelor (părți purtătoare sau care au purtat frunze), a frunzelor și rădăcinilor și a diferențierilor histologico-anatomice, desfășurate în paralel cu cele morfologice, a constituit baza pentru dezvoltarea istorico-evolutivă a numeroaselor grupe de înrudire, mai mult sau mai puțin apropiate, ale angiospermelor.

Această idee, că tipul lemnos este primar, iar cel erbaceu este derivat, secundar, a fost exprimată pentru prima dată de vestitul anatomist al plantelor și teoretician al evoluției E. Jeffrey (1899, 1912), și independent de el, mai târziu de către H. Hallier (1905, 1912), (citat după A. Takhtajan 1959). Această idee a fost ulterior fundamentată științific de un întreg șir de eminenți botaniști.

Caracterul secundar al tipului de lăstar erbaceu al angiospermelor este dovedit de o multitudine de fapte din morfologie, anatomie și sistematica filogenetică.

În timp ce, între angiospermele actuale primitive (*Magnoliales, Trochodendrales* ș.a.), plantele erbacee lipsesc complet, între *Laurales* apar numai puține genuri, spre vârfurile arborelui genealogic, încep să sporească plantele erbacee, între care predomină clar cele cu flori la care petalele sunt concrescute (simpetale). Se poate observa o corelare pronunțată între predominarea tipului erbaceu, nivelul de specializare și oligomerizare a florii și al sistemului de conducere al organelor lăstarului.

De exemplu, aproape toate dicotiledonatele erbacee posedă trahei (tuburi vasculare) cu perforații simple prin dispariția pereților transversali, în timp ce formele de arbori, din genuri, familii sau ordine înrudite, au trahei scalariforme.

Partea de jos a axei lăstarului, la angiospermele erbacee, se aseamănă în construcția sa cu ramurile tinere de la plantele lemnoase. Mai mult decât atât, partea de jos a tulpinii erbacee are trăsături anatomice mai primitive decât cea de sus. Se pot urmări, succesiv, un șir de transformări care au condus, în cele din urmă, la formarea tipului erbaceu. De asemenea, lăstarii tineri ai plantelor lemnoase au o construcție anatomică apropiată de axa lăstarului erbaceu, deosebindu-se de structura lăstarilor vârstnici.

Că structura erbacee este secundară și se poate deriva din cea lemnoasă se poate evidenția prin cercetări anatomo-histologice succesive la genuri care conțin atât specii lemnoase cât și erbacee (*Hypericum, Hibiscus, Paeonia* ș.a.).

Astfel de cercetări comparative au dus la concluzia că axa lăstarului erbaceu reprezintă, ca structură, primul inel anual al predecesorilor lor arborescenți, la care stratul lemnului secundar este redus. Factorul principal, care a condus la formarea acestor lăstari erbacei, a fost reducerea cantitativă a xilemului secundar, ca urmare a activității reduse a cambiului. Această activitate redusă a cambiului poate fi compensată de o creștere în volum a parenchimului, care este rezultatul lărgirii crescânde a razelor medulare primitive unistratificate.

Micșorarea în continuare, până la dispariție, a activității cambiale a dus la apariția sistemului de lăstar monocotiledonat.

În concluzie, transformarea evoluționistă a formelor lemnoase în forme erbacei stă în aceea că activitatea cambiului devine din ce în ce mai slabă, pentru ca în cele din urmă să înceteze cu totul.

Pe această bază, plantele erbacee pot fi considerate ca o formă juvenilă a unei plante lemnoase, care a achiziționat structurile de reproducere. Pe baza unei neotenii progresive, de le etaj la etaj, plantele erbacee se pot deriva de la cele lemnoase. Acest aspect a fost cercetat și fundamentat științific de A. Takhtajan (1948) la genul *Paeonia*, care încadrează atât specii lemnoase arbustive dar și erbacei.

Reprezentantul primitiv al acestui gen, specia chinezească *Paeonia suffruticosa*, prezintă o axă lemnoasă cu inele de creștere secundară în grosime foarte clare. Traheile din xilemul secundar sunt primitive, scalariforme, cu una până la trei, rareori patru, trepte de scară (în xilemul primar cu patru, rar cinci trepte). Razele secundare sunt eterogene, în general unistratificate (primitive). Într-o axă de un an, a lăstarului, inelul de xilem este continuu și numai în partea superioară este întrerupt de lacune foliare.

Prin comparație, la specia erbacee primitivă, *P. lactiflora*, inelul de xilem este încă continuu, însă pe lângă razele medulare unistratificate apar și raze medulare mai late, din trei, patru sau mai multe rânduri de celule (caracter apomorf, derivat). Costrucția xilemului primar și traheile sunt ca la *P. suffruticosa*.

Este clar că structura erbacee de la *P. lactiflora* a rezultat prin neotenie, dintr-un predecesor lemnos. În esență, modificarea din lemnos în erbaceu, a constat în parenchimatizarea axei lăstarului, care se realizează prin lărgirea crescândă a razelor medulare și micșorarea activității cambiale. La specia erbacee mai progresivă *Paeonia taurica* (*P. triternata*) numărul razelor medulare este mai mare şi astfel inelul xilemului este mai puternic împărţit. La *P. wittmanniana* cilindrul de xilem este şi mai puternic divizat, datorită parenchimatizării şi mai avansate prin raze medulare mai late.

Formele erbacee la angiosperme au luat naştere prin neotenie, independent, pe diferite căi, la diferitele linii de dezvoltare şi pe diferite trepte ale evoluţiei angiospermelor şi treptat procesul de neotenie s-a accelerat.

Procesul de transformare neotenică a tipului lemnos în cel erbaceu a avut loc în condiţii de viaţă mai puţin favorabile pentru speciile lemnoase decât pentru cele erbacee. Astfel de condiţii neprielnice, pentru arborii foarte înalţi şi cu tulpină dreaptă, se întâlnesc în pădurile umede tropicale şi subtropicale. Ca urmare, au apărut adaptări la modul de viaţă căţărător sau încolăcitor, la modul de viaţă epifitic, parazitar sau chiar al trecerii spre hidrofilie.

Astfel, din arbori, prin neotenie, au putut să apară liane → plante erbacee volubile sau căţărătoare → plante erbacee cu creştere dreaptă → epifite → parazite. Ca exemplu de parazitism este specia exotică din Ins. Indoneziene, *Rafflesia arnoldi*, cu o floare enormă, de circa 1m diametru. Creşte parazitar pe rădăcini sau trunchiuri de *Cissus*. Ca urmare a parazitizmului corpul vegetativ este redus la maximum, sub forma unui cordon taloidic nevascularizat, situat sub scoarţa şi xilemul rădăcinii plantei gazdă. Ca rezultat al readaptării la viaţa acvatică, au apărut, probabil într-unul din primele stadii de evoluţie ale aniospermelor, unele grupe de plante acvatice ca *Nymphaeales, Nelumbonales*. Monocotiledonatele primitive acvatice, care au derivat, probabil, din predecesori ai actualelor *Nymphaeales*, reprezintă, de asemenea, un produs al evoluţiei hidrofile în condiţiile climei tropicale.

Alţi factori climatici, de mare însemnătate pentru apariţia plantelor erbacei, au fost clima rece a munţilor înalţi şi a ţinuturilor din tundră, precum şi clima din zonele aride ale Terrei.

Vegetaţia actuală a zonelor alpine din munţii înalţi şi din zonele arctice (tundră) este alcătuită din plante-muşchi, licheni, unele angiosperme erbacei perene şi arbuşti pitici (sub 1 m înălţime) târâtori. Adaptarea angiospermelor la acestă climă aspră cu temperaturi foarte scăzute, vânturi puternice predominante şi o perioadă scurtă de vegetaţie, a dus la apariţia de forme cu ciclu de viaţă scurt şi care fructifică timpuriu. Cu treptata apropiere de aceste zone nefavorabile de vegetaţie, formele arborescente au fost mereu mai puternic reduse şi s-au transformat în arbuşti şi subarbuşti, până la plante erbacee perene. Ca urmare a creşterii lor scunde, în pernițe, aceste plante sunt protejate de gerurile iernii prin pătura de zăpădă.

În flora ţinuturile aride, atât ca specii cât şi ca număr de specimene, predomină plantele erbacee. Dar spre deosebire de ţinuturile alpine şi arctice, în zonele aride deşertice predomină speciile unianuale, care îşi desfăşoară ciclul de viaţă în anotimpul foarte scurt, ploios, de primăvară sau de toamnă.

În comparaţie cu plantele lemnoase, plantele erbacee au o plasticitate mai mare, cu mai mare capacitate de adaptare şi răspândire în spaţiu. Organele lor de înmulţire se formează mai repede, cu cheltuială mai mică de material şi de energie. De asemenea, numărul de seminţe şi fructe la o plantă erbacee, comparativ cu masa vegetativă este mult mai mare în raport cu aceeaşi parametri ai unei specii lemnoase. Dacă la unele plante lemnoase, până la prima frucificare este necesară o perioadă lungă de timp (7, 8, 10 sau mai mulţi ani), pentru unele plante erbacee este suficient un an (specii anuale) sau mai puţin de un an (plante efemere). La plantele lemnoase numai mugurii laterali de pe ramurile de grad înalt (V-VII) se transformă în flori şi de aceea înflorirea şi fructificarea la acestea se face după un număr mai mare de ani decât la plantele erbacee. Astfel, mărul şi părul înfloresc după 5-7 ani; nucul, cornul, scoruşul după 4 ani; teii după 15 – 20 de ani etc.

În decursul evoluţiei, o dată apărute, speciile erbacee s-au diversificat foarte mult şi s-au răspândit pe toată suprafaţa pământului cu excepţia zonelor polare. Au ocupat toate habitatele terestre, iar unele s-au readaptat în mod secundar mediului acvatic. De asemenea, în pătura erbacee a pădurilor, acestea joacă un rol foarte mare.

Dezvoltarea angiospermelor erbacee a avut o importanţă extraordinară pentru evoluţia regnului animal şi în special a erbivorelor, carnivorelor şi a păsărilor care se hrănesc pe uscat. De asemenea, prin fructele şi seminţele lor, au avut rol covârşitor şi în evoluţia omului.

5. Evoluţia tipului de ramificaţie a axei lăstarului

La angiosperme se întâlnesc numai două tipuri de ramificaţie a axului: monopodială şi simpodială, precum şi combinaţii ale acestora. Ambele tipuri apar la multe familii şi chiar în interiorul unui gen şi trec uşor unul într-altul, încât uneori este mai greu de stabilit direcţia principală de evoluţie a ramificaţiei.

Se consideră, de către cei mai numeroşi cercetători, că la angiosperme tipul primar de ramificaţie a axului lăstarului a fost cel monopodial, iar cel secundar, derivat, a fost cel simpodial.

Ramificaţia monopodială este caracteristică pentru mulţi arbori cu frunze veşnic verzi din pădurile umede tropicale şi subtropicale. Aceasta se explică prin faptul că umiditatea permanentă din aceste păduri favorizează menţinerea apexului meristematic permanent activ. Acest fapt determină dezvoltarea puternică a trunchiului şi o oprimare, mai mult sau mai puţin puternică, a lăstarilor laterali.

În zonele extratropicale şi în munţii tropicelor, ca şi în zone cu climă tropicală uscată, tipul monopodial evoluează spre ramificarea simpodială. În acest caz, creşterea lăstarilor anuali se încheie cu dispariţia mugurelui terminal, care astfel nu mai înhibă mugurii laterali. Aceştia, fiind mai bine aprovizionaţi cu auxină, se dezvoltă şi dau naştere la numeroşi lăstari, formându-se astfel o coroană mai mare şi mai densă. În aceste cazuri, mugurele terminal formează o floare, o inflorescenţă sau un cârcel terminal, încât nu mai este posibilă o creştere în continuare în lungime. Continuarea sistemului axei este preluată de mugurii laterali, respectiv de lăstarii proveniţi din aceştia şi se formează un sistem simpodial de ramificare.

Dezvoltarea ramificaţiei simpodiale, din cea monopodială, se poate urmări la diferite linii de dezvoltare filogenetică şi pe diferite trepte de specializare ale angiospermelor.

Ramificaţia simpodială este foarte caracteristică pentru angiosperme şi se întâlneşte la majoritatea reprezentanţilor lor, atât lemnoşi cât mai ales erbacei. În zonele cu climă temperată şi rece predomină tipul simpodial de ramificare, în special la plantele erbacee şi arbustive.

Avantajele biologice ale ramificaţiei simpodiale sunt multiple. Dispariţia succesivă a mugurilor terminali este o adaptare foarte eficace la condiţiile de mediu. Se formează, astfel, mai mulţi muguri laterali cu implicaţii asupra înmulţirii sexuate (flori, fructe, seminţe). Prin ramificarea simpodială se diversifică şi înmulţirea vegetativă şi se prelungeşte viaţa plantelor erbacee şi arbustive. În cele din urmă, dispariţia vârfurilor lăstarilor sau a mugurilor lor terminali are ca efect o „coacere" mai timpurie a lemnului lăstarilor, trecerea lor în repaus şi o rezistenţă mărită la gerurile de iarnă.

Toate aceste avantaje biologice fac de înţeles de ce este atât de răspândită la angiospermele actuale extratropicale ramificarea simpodială. Cunoscând tipurile de ramificare a speciilor lemnoase cultivate (pomi fructiferi), dar şi a celor erbacee (legume, plante cu flori etc.) omul execută tăieri corespunzătoare care duc la formarea de flori, fructe, seminţe mai multe şi la maturarea mai timpurie a acestora.

6. Apariţia formelor secundare lemnoase

Dezvoltarea angiospermelor de la tipul lemnos la cel erbaceu a fost direcţia principală, dar nu singura cale de evoluţie a lor.

În grupele de angiosperme, depărtate filogenetic unele de altele, s-a realizat în decursul evoluţiei şi procesul invers: din plantele erbacee au apărut, în mod secundar, plante lemnoase. Prin cercetări morfologice şi anatomice comparative s-a dovedit că în acest mod au apărut speciile arborescente în unele familii botanice care cuprind şi forme erbacei: *Phytolacaceae, Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Nyctaginaceae, Polygonaceae* ş.a.

Apariţia formelor lemnoase din predecesori erbacei, mai primitivi, s-a făcut prin modificări speciale ale axei erbacee a lăstarilor în axă lemnoasă, datorită apariţiei unui cambiu activ. Totuşi, creşterea secundară în grosime are loc în alt mod la plantele lemnoase primare. Cambiul normal al dicotiledonatelor lemnoase apărute, dacă s-a menţinut, formează numai un inel anual de xilem. Din acest motiv, creşterea în grosime la plantele lemnoase secundare se realizează „anormal". Această „anormalitate" constă în aceea că stratul iniţial al cambiului normal este înlocuit prin alte straturi cambiale secundare, care se formează prin reembrionalizarea unor celule ale periciclului sau scoarţei. Ca urmare a funcţionării acestor cambii successive se formează ţesuturi secundare dispuse concentric, care duc, astfel, la îngroşarea lăstarului. Fundamentarea acestei ipoteze s-a făcut prin cercetări anatomo-histologice la *Phytolacca dioica* – o plantă arborescentă americană cu trunchi policambial tipic – în comparaţie cu *Ph. americana*, specie erbacee cu lăstar monocambial.

În întrega familie *Chenopodiaceae* nu există nici o specie lemnoasă monocambială, ci numai specii erbacei şi unele forme lemnoase policambiale, care, neîndoielnic, au provenit din cele erbacei.

La monocotiledonatele lemnoase, în formă de arbore, are loc o creştere în grosime a trunchiului cu totul particulară.

Monocotiledonatele s-au desprins, în stadii timpurii de evoluție, din dicotiledonate acvatice și de mlaștină de tipul *Nymphaeales* (Takhtajan, 1954). Primii lor reprezentanți primitivi au fost tot plante acvatice erbacee (*Alismatales*). Monocotiledonatele lemnoase, cum ar fi palmierii *Pandanus* și *Dracaena*, care nu prezintă cambiu, au provenit din predecesori erbacei. Îngroșarea trunchiului lor se face prin țesut parenchimatic. La alte monocotiledonate lemnoase din genurile *Aloë, Cordyline, Dasylirion, Kniphofia, Nolina, Sansevieria, Yucca* ș.a. s-a observat o creștere în grosime secundară printr-un cambiu particular, care se formează în parenchim, în afara fasciculului conducător.

Pe lângă evoluțiile lăstarilor, prezentate mai înainte, în multe grupe s-a realizat o evoluție prin adaptare la condiții de mediu mai restrânse. Astfel, din forme erecte au rezultat plante târâtoare, volubile, liane sau epifite. Din forme fotoautotrofe au rezultat specii micorizante, fără clorofilă, cum se întâlnesc în familiile *Orchidaceae* (*Neottia, Corallorhiza, Limodorum* ș.a.) sau *Monotropaceae* ș.a. În decursul evoluției, din forme de uscat au rezultat forme secundar acvatice în cadrul familiilor *Ranunculaceae, Brassicaceae, Gentianaceae* ș.a. În cele din urmă, în urma unei evoluții subterane au rezultat geofitele (criptofitele) cu rizomi sau bulbi. Aceste organe subterane înmagazinează substanțele de rezervă dar servesc și la înmulțirea vegetativă.

O astfel de varietate de forme de viață, care au rezultat în urma unor adaptări mai largi sau mai restrânse ale organelor lăstarului, se întâlnesc numai la angiosperme.

7. Evoluția sistemului conducător în axa lăstarului

Considerații generale

La cormofite, din punct de vedere istorico-evolutiv, s-au dezvoltat sisteme de conducere speciale, alcătuite din celule specializate sau tuburi vasculare, prin care curg fluide. Aceste celule diferențiate extrem și incapabile de dezvoltare în continuare, formează țesuturile conducătoare care sunt unite în fascicule conducătoare.

În toate organele plantelor superioare sunt cuprinse două tipuri de țesuturi conducătoare diferite:

1. Floem = Leptom (gr. phloios – coaja; leptos – subțire). Este alcătuit din celule vii, chiar dacă nu au nucleu, cu pereți subțiri nelignificați și servesc conducerii substanțelor organice la distanță.

2. Xilem = Hadrom (gr. xylon – lemn; hadros – puternic, tare). Este alcătuit din celule moarte sau tuburi vasculare, fără conținut plasmatic dar cu pereți tari, lignificați. Acestea conduc, la distanță, apa cu ioni minerali nutritivi de la zonele de absorbție ale rădăcinilor până la frunze, unde surplusul de apă este din nou cedat prin gutație sau transpirație.

Atât în floem cât și în xilem, celulele cu rol conducător sunt prozenchimatice și orientate longitudinal în fasciculele conducătoare.

În privința nivelului de organizare al țesuturilor conducătoare, unele dicotiledonate lemnoase actuale cele mai primitive, ca *Illicium, Tetracentron* (fig. 214), *Trochodendron*, prezintă multe asemănări cu *Cycadophytina* (dintre gimnospermele actuale). Cu excepția *Nymphaeales* și *Nelumbonales*, toate celelalte dicotiledonate, primar lipsite de trahei, sunt plante lemnoase, arbori și mai rar arbuști.

Însă *Nymphaeales* și *Nelumbonales* au derivat din predecesori plante lemnoase, deși formele intermediare nu se cunosc. Ca urmare a adaptării foarte timpurii la viața acvatică și corespuzător a reducerii xilemului secundar, la ele nici nu s-au mai diferențiat trahei (vase).

La toate dicotiledonatele fără trahei, singurele elemente conducătoare sunt traheidele. În protoxilem se află traheide inelate sau spiralate iar în metaxilem, traheide scalariforme. Aceste traheide sunt foarte lungi (caracter primar). De exemplu la *Tetracentron* ajung la 4,5 mm lungime. După cum se cunoaște, traheidele îndeplinesc dublă funcțiune: hidrodinamică (de conducere) și de susținere (mecanică).

Interesant de remarcat este faptul că și la unele monocotiledonate primitive acvatice (*Hydrocharitaceae, Zannichelliaceae, Zosteraceae* și *Rupiaceae*) lipsesc traheile. Se consideră că lipsa acestora are, de asemenea, caracter primar. La *Lemnaceae*, datorită degenerării generale a corpuluilor, lipsa traheilor are caracter secundar.

Cu excepția acestor grupe primitive de angiosperme și a unor grupe secundar simplificate, la care în xilemul lor se află traheide areolate (ca la gimnosperme primitive de tip *Cycadophytina*), toate angiospermele au în xilem vasele cele mai perfecționate structural și funcțional – trahei (tuburi vasculare), iar în floem tuburi ciuruite cu celulele anexe, care provin din aceeași celulă inițială prin diviziune nesimilară.

Apariția și evoluția traheilor (vaselor lemnoase)

Majoritatea angiospermelor actuale posedă în xilemul lor trahei (tuburi vasculare), care sunt cele mai importante elemente conducătoare. O trahee (tub vascular) se formează dintr-un șir de celule puse cap la cap, prin mărirea lumenului acestora (datorită vacuolizării), desființarea în final a pereților transversali, dispariția protoplaștilor și îngroșări (în mod caracteristic) ale pereților celulari.

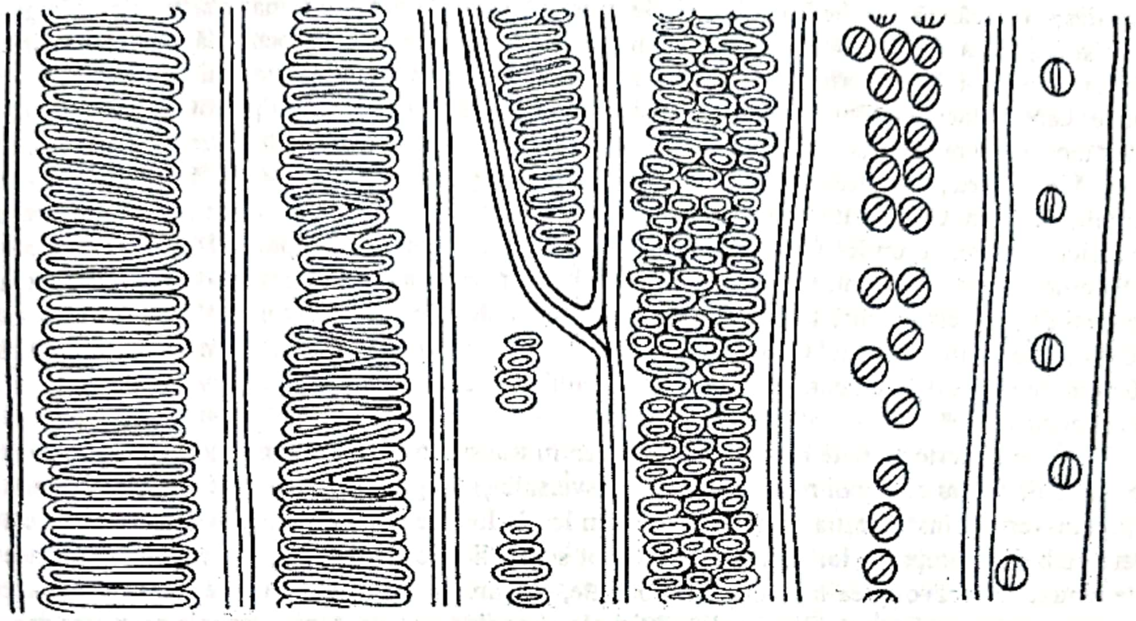


Fig. 214. Secțiune radiară prin xilemul de la *Tetracentron sinense* Oliv. Se poate urmări trecerea de la traheidele scalariforme la traheidele areolate (după Takhajan)

Se consideră că, în procesul evoluției, traheile au rezultat din traheide scalariforme. Primul care a exprimat ideea că străpungerile în formă de scară ale traheilor au rezultat din porusurile așezate în formă de scară ale traheidelor a fost A. de Bary, 1877 (citat după Takhtajan 1959). Această idee a fost ulterior fundamentată, cu dovezi convingătoare, de numeroși alți cercetători. În primele etape ale apariției unui element component al traheii, întreaga modificare constă în aceea că membranele care închid porusurile în scară ale traheidelor au dispărut și astfel s-a trecut de la o traheidă scalariformă la un element primitiv al traheii.

Traheile (tuburile vasculare) au apărut independent și heterocron la diferite linii de dezvoltare ale angiospermelor dicotiledonate și monocotiledonate. Această apariție independentă a traheilor este un exemplu clar de evoluție paralelă a unor structuri omoloage.

La dicotiledonate, traheile (vasele) s-au format la începutul în xilemul secundar al axei lăstarului și după unele opinii, și al rădăcinii, apoi, mai târziu, în frunze și alte organe. Abia după aceea s-au diferențiat în metaxilem și ultima oară în protoxilem.

Specializarea traheilor a avut loc în aceeași succesiune, mai întâi în xilemul secundar matur, apoi în xilemul secundar tânăr, în metaxilem și apoi în protoxilem.

La unele familii de monocotiledonate nu se află deloc trahei, ca la *Hydrocharitaceae*, sau sunt prezente trahei numai în rădăcină, ca la *Alismataceae, Butomaceae, Potamogetonaceae, Agavaceae, Amaryllidaceae*. La familii de monocotiledonate mai puternic specializate, ca *Arecaceae, Pandanaceae, Typhaceae, Dioscoreaceae, Cyperaceae, Poaceae* ș.a., toate organele plantei sunt prevăzute cu trahei. De aici se poate trage concluzia că traheile la monocotiledonate au luat naștere mai întâi în metaxilemul târziu al rădăcinilor și apoi, succesiv, în axa lăstarului și frunze.

La dicotiledonate, dar și la unele monocotiledonate, dintr-o traheidă spiralată sau inelată, din metaxilemul timpuriu și din protoxilem, se poate forma nu numai o trahee scalariformă ci și una mai perfecționată cu perforație simplă. Traheile cele mai primitive se află la unele dicotiledonate lemnoase. Acestea sunt fusiforme, cu capetele ascuțite și se aseamănă mult cu traheidele scalariforme. Ele sunt relativ foarte lungi și înguste (→ 1,5 mm), cu pereți uniform îngroșați și colțuroși (în secțiune transversală), se îngustează treptat spre capete și nu prezintă pereți despărțitori. Pereții laterali ai traheilor primitive au, de obicei, porusuri areolate așezate în formă de scară.

La angiosperme, în decursul evoluției istorice, a avut loc o separare a funcțiilor de conducere și de susținere. Spre deosebire de traheide, care sunt grupate împreună în fascicule, fără parenchim, și îndeplinesc ambele funcții, traheile angiospermelor îndeplinesc numai funcția hidrodinamică (de conducere a apei cu ionii minerali). La aceste plante, funcția de susținere este preluată de către un țesut de consolidare propriu și anume fibrele lemnoase (= libriform).

Pentru exercitarea cât mai eficientă a funcției de conducere a avut loc o perfecționare și specializare crescândă a traheilor. Elementele de conducere ale lor devin mai scurte și mai largi, iar pereții se îngroașă și devin tot mai rotunzi (în secțiune transversală). În locul plăcilor finale dispuse oblic, cu perforații scalariforme ale traheilor primitive, apar porusuri areolate mai mult sau mai puțin rotunde, care la început sunt aranjate opus și mai apoi alternativ. Evoluția perforațiilor în formă de scară a mers de la numeroase trepte (punți) spre cea specializată cu numai câteva trepte (fig. 215).

Micșorarea progresivă a numărului de trepte este legată de scăderea treptată a rezistenței opusă curentului de fluid. Când toate treptele au dispărut s-a format o placă cu perforație simplă, care posedă o deschidere mare, rotundă (fig. 216). Această perforație simplă este tipul cel mai perfecționat al deschiderilor, care leagă între ele elementele tuburilor vasculare. În acest mod, rezistența opusă curentului de fluid este redusă la minimum. Dacă în traheide viteza curentului de fluid este foarte mică (→ 0,4 mm/sec.), în trahei (tuburi vasculare) aceasta este mult mai mare, de 15 mm/sec. (uneori până la 40 mm/sec.). Aceste elemente perfecționate ale traheilor amintesc, în multe privințe, de porțiuni ale unei conducte de apă.

Cele mai perfecționate tuburi vasculare pentru transportul apei cu ioni minerali se întâlnesc la liane. Traheile lor au cele mai mari diametre transversale și lungimi de până la 10 m. Au dispărut toți pereții transversali, însă aceștia se mai pot afla din loc în loc, de la câțiva cm până la 1 m, pentru a se preveni embolia (astuparea lor cu aer). Acest fapt se explică teleonomic (final) prin aceea că aceste plante renunță la dezvoltarea trunchiurilor portante, cu care ar împovăra plantele purtătoare, stâncile sau pereții pe care se fixează. Prin axele subțiri ale lăstarilor lor, ele, totuși, trebuie să aprovizioneze neîntrerupt cu apă un frunziș foarte bogat, de dimensiunea unui arbore.

La dicotiledonatele lemnoase apar toate tipurile de trahei, de la cele mai primitive la cele mai perfecționate. Dicotiledonatele erbacee au, de regulă generală, trahei cu perforații simple, mai rar scalariforme sau rareori ambele tipuri. La puține dicotiledonate erbacee, ca de exemplu *Paeonia*, unele *Dilleniaceae*, *Campanulaceae*, se află exclusiv trahei scalariforme. Acestea nu sunt categoric primitive, ci relativ scurte și cu un număr mic de trepte (punți).

La monocotiledonate, situația este puțin diferită, deoarece traheile lor, după toată probabilitatea, au apărut independent de cele de la dicotiledonate. În metaxilemul târziu al rădăcinilor lor sunt prezente trahei cu mai mult de o sută de trepte.

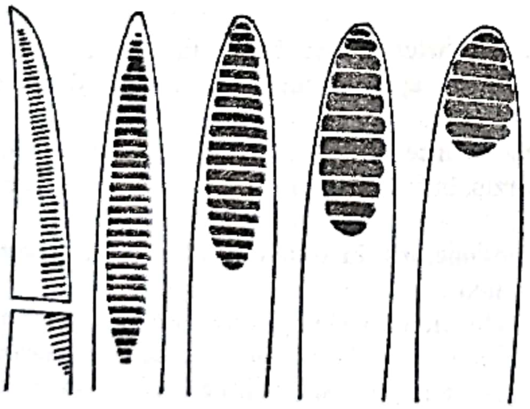


Fig. 215. Stadii de evoluție ale perforațiilor scalariforme de la cele cu numeroase trepte (punți) la cele specializate cu numai câteva trepte (după Takhtajan)

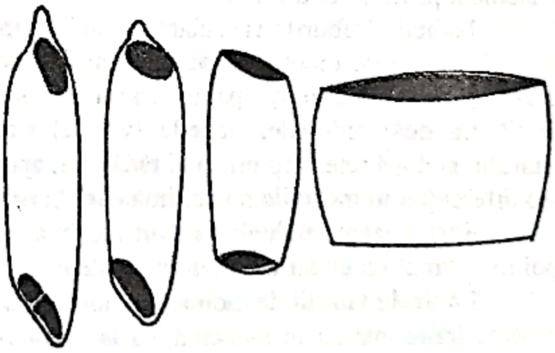


Fig. 216. Stadii de evoluție ale elementelor traheelor cu perforație simplă. La primul element de trahee, la deschiderea de jos este prezentată o treaptă rămășiță (după Takhtajan)

Apariția și evoluția tuburilor ciuruite

În privință evolutivă, se consideră ca inițiale, pentru tuburile ciuruite, celulele parenchimatice fără structură deosebită a peretelui, de la *Rhynia*, o pteridofită fosilă. Faza următoare evolutivă o reprezintă celulele ciuruite parenchimatice, dar nu deosebit de eficiente în transportul substanțelor organice. Acestea sunt celule alungite, cu deschidere îngustă, așezate una în continuarea celeilalte și cu pereții transversali oblici. Atât acești pereți transversali cât și cei longitudinali (laterali) sunt străpunși de pori ai sitei, prin care trec plasmodesme. Văzuți de sus, porii sunt uniți în mai multe câmpuri ciuruite, cum se află la *Lycopodium* – o pteridofită actuală.

La angiosperme, acest sistem primitiv de conducere a substanțelor organice s-a dezvoltat spre un sistem continuu de tuburi ciuruite. Este clar demonstrat că tuburile ciuruite reprezintă celule parenchimatice cu organizare înaltă și care se deosebesc atât structural cât și funcțional de celule parenchimatice obișnuite.

Tuburile ciuruite sunt alcătuite din celule alungite longitudinal, cu diametrul mai mare și cu pereți transversali, oblici sau orizontali, străpunși de perforații ca o sită. Părțile componente ale tuburilor ciuruite, prin analogie cu cele de la trahei, poartă numele de elemente ale tuburilor ciuruite și se află între doi pereți transversali. În tuburile ciuruite specializate au loc modificări profunde ale protoplastului, dar și modificări specifice ale pereților celulari. Cea mai importantă modificare a protoplastului constă în aceea că, la deplină specializare, din elementele tuburilor ciuruite dispare nucleul. Deși lipsite de nucleu, acestea sunt celule vii, cu mitocondrii și plastide care înmagazinează amidon. Dispare și tonoplastul și astfel citoplasma și sucul celular se amestecă.

Aceasta este una dintre puținele excepții de la regula de compartimentare a celulei. Dispariția nucleului este legată de specializarea tuburilor ciuruite pentru preluarea funcției de conducere a substanțelor plastice și pierderea unui sir de alte funcții fiziologice.

Funcționarea normală, a unui tub ciuruit fără nucleu, este posibilă numai pentru că acesta este în strânsă interdependență fiziologică cu anumite celule parenchimatice alăturate, înalt specializate, numite celule anexe. La fiecare element component al tuburilor ciuruite se află, de regulă generală, două celule anexe, dar se pot afla una sau mai multe celule anexe mai mici, care conțin nucleu și sunt bogate în mitocondrii.

Celulele anexe sunt legate fiziologic de elementele tuburilor ciuruite prin mai multe plasmodesme și astfel suplimentează schimbul de substanțe cu elementele de conducere fără nucleu. Ele se află la toate angiospermele cercetate, cu excepția genului *Austrobaileya*, înrudit cu *Magnoliaceae*- ele sau *Dilleniaceae*- le. Adesea în protofloem, care este funcțional un timp foarte scurt, lipsesc celulele anexe.

Complexul, alcătuit din elemente ale tuburilor ciuruite + celulele anexe, ia naștere dintr-o singură celulă inițială, prin diviziune nesimilară. Celula care va deveni element al tubului ciuruit își pierde, de timpuriu, nucleul, iar în celula anexă acesta se menține.

Gimnospermele și pteridofitele sunt lipsite de celule anexe. În această situație, celulele parenchimatice alăturate tuburilor ciuruite, bogate în proteine, sunt strâns legate fiziologic unele de altele, deși nu rezultă din aceeași celulă inițială. Aceste celule sunt desemnate ca celule cu albumină sau celule Strasburger (Takhtajan 1959).

La angiosperme, rolul fiziologic al celulelor anexe în funcționarea tuburilor ciuruite este foarte mare. De aceea, apariția filogenetică a acestor celule la angiosperme (și lipsa lor gimnosperme) trebuie interpretată ca un considerabil progres în evoluție.

În afara modificărilor profunde, în protoplastul lor, tuburile ciuruite sunt caracterizate și printr-o remarcabilă specializare a pereților celulari. În pereții elementelor tuburilor ciuruite iau naștere porțiuni ciuruite specifice.

Prima etapă de evoluție a acestora o reprezintă niște adâncituri subțiri în pereții elementelor tuburilor ciuruite, care sunt străpunse de pori fini. Prin acești pori trec fire subțiri de citoplasmă numite plasmodesme, care fac legătura între elementele tuburilor ciuruite. Aceste câmpuri de pori sunt apariții primare, întâlnite între celulele parenchimatice obișnuite.

În decursul dezvoltării ulterioare, acest câmp primar de pori se transformă într-o porțiune ciuruită, în care plasmodesmele devin cordoane de legături tipice. Aceasta însemnează că împrejurul fiecărui por apare un cilindru tubular alcătuit din caloză. Fiecare cordon de citoplasmă trece, astfel, prin acest cilindru de caloză (fig. 219-C), care reprezintă o progresie față de porul simplu. Aceste cordoane de plasmă sunt mai perfecționate dar și mai rezistente în raport cu plasmodesmele. În procesul evoluției are loc o treptată îngroșare a acestor cordoane de plasmă, încât acestea se rup mai greu. Se presupune că ele au provenit, la angiosperme, prin unirea unor grupe de plasmodesme într-un cordon mai gros și mai rezistent.

În cursul evoluției elementelor tuburilor ciuruite a avut loc o treptată diferențiere a porțiunilor ciuruite. În primele stadii de dezvoltare toate porțiunile ciuruite ale unui element ciuruit sunt egale între ele. Mai târziu încep să se deosebească prin grosimea cordoanelor, dar și a cilindrilor de caloză. Porțiunile ciuruite, cu aceste cordoane de plasmă și cilindrii mai puternic dezvoltați, se află pe pereții de capăt ai elementelor. Aceste părți de pereți, cu porțiunile ciuruite cele mai specializate, poartă numele de plăci ciuruite.

După gradul de specializare și eficiența realizării funcțiilor lor fiziologice, plăcile ciuruite sunt de două feluri: multiple și simple. Când se află pe pereții laterali sau pe cei transversali oblici mai multe porțiuni ciuruite așezate în formă de scară, reticulat sau în alt fel, acestea alcătuiesc o placă ciuruită multiplă (tip *Vitis*). Văzută de sus, această placă ciuruită prezintă mai multe câmpuri ciuruite (fig. 217-A). Plăcile ciuruite, cu numai un câmp din porțiuni ciuruite, poartă numele de plăci ciuruite simple (tip *Cucurbita*) și se află numai pe pereții orizontali de capăt (fig. 217-B).

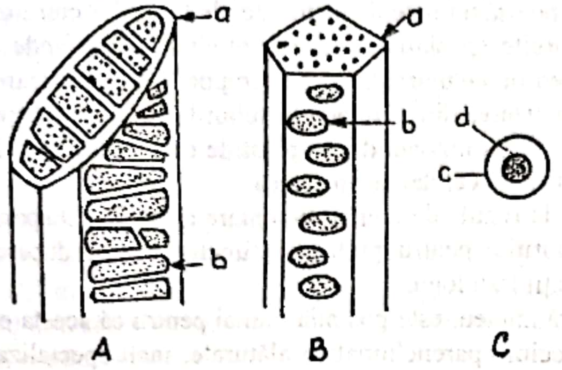


Fig. 217. Părți ale tuburilor ciuruite: A – placă ciuruită multiplă (compusă) înclinată (a), cealaltă (B) cu o placă ciuruită simplă, dreaptă (orizontală) și laterală (b); C – secțiune transversală printr-un por dintr-o placă ciuruită cu tub de caloză care închide de jur împrejur cordonul de legătură (d) (după Takhtajan)

Evoluția tuburilor ciuruite a început la angiosperme cu forme primitive, apropiate de celulele cu pori de la gimnosperme. Astfel, la gimnosperme se află pori atât pe pereții terminali, puternic înclinați, cât și pe cei laterali. Porii au o alcătuire simplă și nu formează șiruri clar pronunțate. Elementele componente ale tuburilor ciuruite de la angiosperme se deosebesc de celulele cu pori de la gimnosperme, în principal, prin faptul că de cele mai multe ori, pe pereții de capăt se află plăci ciuruite clar pronunțate. Ocazional, la angiosperme, apar plăci ciuruite și pe pereții laterali. Celula cu pori, tipică pentru ginmosperme, a fost găsită până acum numai la angiosperma primitivă *Austrobaileya*.

Cele mai primitive angiosperme sunt prevăzute cu tuburi alcătuite din elemente alungite și lung ascuțite, cu pereții de capăt abrupt înclinați și cu porțiuni ciuruite, mai mult sau mai puțin de același fel, atât pe pereții de capăt cât și pe cei laterali.

În cursul evoluției floemului angiospermelor, pereții de capăt devin din ce în ce mai puțin înclinați și în final au o poziție orizontală, formând unghi drept cu pereții laterali. Legat de această evoluție a pereților de capăt, numărul câmpurilor ciuruite scade de la multiple (pe peretele oblic) la simple (pe peretele transversal). Treptat se reduc până la dispariție porțiunile perforate de pe pereții laterali. Plăcile ciuruite simple sunt considerate cele mai puternic specializate pentru conducerea substanțelor plastice. În decursul evoluției, în cele din urmă, a scăzut și lungimea tuburilor ciuruite.

În concluzie, evoluția tuburilor ciuruite s-a desfășurat analog cu cea a traheilor, în direcția dezvoltării de structuri care sunt maximal eficiente pentru conducerea fluidelor. Se poate deduce o anumită corelare în evoluția tuburilor ciuruite și a traheilor, fiind o concordanță în nivelul de perfecționare și specializare ale acestora. Tipurile cele mai evoluate de tuburi ciuruite și trahei se întâlnesc la angiospermele erbacee (Takhtajan, 1959). Tuburile ciuruite sunt mai scurte și mai largi, au porii mai mari dar plăcile perforate (ciuruite) sunt simple și dispuse transversal.

Tuburile ciuruite au viață scurtă. De regulă generală, la sfârșitul unei perioade de vegetație mor și atunci plasmodesmele și porii sitei sunt astupați cu caloză. Cele pierite sunt înlocuite cu altele noi. La unele monocotiledonate, cum ar fi palmierii, tuburile ciuruite pot persista mai mulți ani. Tipurile de plastide din tuburile ciuruite pot fi de tip S (inițial) care înmagazinează amidon și de tip P, cu câteva subtipuri (derivate), care înmagazinează proteină sub formă de cristale sau filamente.

8. Evoluția razelor medulare și a parenchimului lemnos (xilematic)

În xilem și floem iau naștere, pe lângă elementele cu rol de depozitare a substanțelor de rezervă, razele medulare ale xilemului și floemului și parenchimul xilemului și floemului.

A. Razele medulare. Inițial ele apar în xilemul secundar al plantelor superioare și au aspectul unor benzi de celule parenchimatice vii, cu dispoziție radiară.

La grupele mai primitive de angiosperme, razele medulare, asemănătoare cu cele de la gimnospermele primitive (*Cycadofilicales, Cycadales* și *Bennettitales*), sunt eterogene (fig. 218), adică sunt alcătuite din celulele verticale (alungite în direcția longitudinală a axului lăstarului sau rădăcinii) și celulele culcate, alungite în sens radial.

La angiospermele superioare, mai evoluate, ca şi la gimnospermele superioare, razele medulare sunt omogene, adică alcătuite dintr-un singur fel de celule, alungite radial.

Prin urmare, evoluţia razelor medulare s-a făcut de la tipul eterogen la cel omogen (fig. 219). Fără indoială, razele cu celule omogene, alungite radial, sunt mult mai bine adaptate pentru transportul substanţelor plastice spre zonele de creştere ale celulelor. Din punct de vedere istorico-evolutiv, razele omogene sunt legate corelativ cu alte caractere ale specializării, cum ar fi traheile cu perforaţii simple.

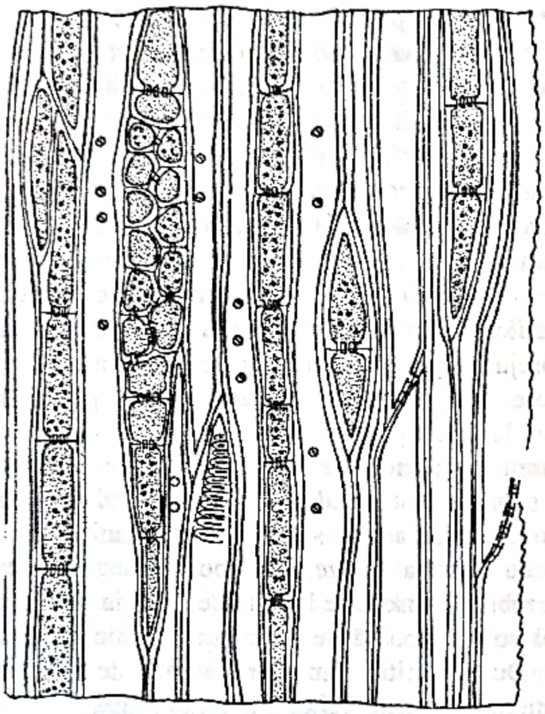


Fig. 218. Raze medulare amestecat-eterogene cu terminaţii lungi într-o secţiune tangenţială prin xilemul de la *Illicium parviflorum* Mickx. (după Takhtajan)

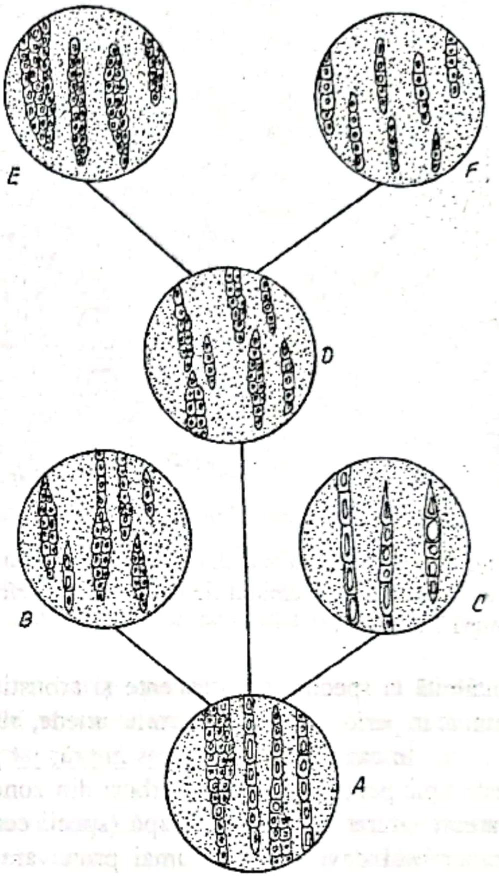


Fig. 219. Prezentarea schematică a evoluţiei tipurilor de bază ale razelor medulare: A – amestecat-eterogene cu terminaţii lungi; B – amestecat-eterogene cu terminaţii scurte; C – eterogene unistratificate; D – amestecat-omogene; F – cu un strat omogen (citat după Takhtajan)

B. Parenchimul lemnos (xilematic). Spre deosebire de gimnosperme, la care parenchimul lemnos este dispus separat faţă de fasciculele de traheide, la angiosperme are loc o repartizare destul de diferită a acestui parenchim. Aceste forme de repartizare încă nu au fost clasificate mulţumitor. O clasificare mai des utilizată este cea a lui Chalk (1937) în: tipul apotraheal şi tipul paratraheal (după Takhtajan).

a. La tipul apotraheal, considerat cel mai primitiv, celulele parenchimului pot fi situate în apropierea tuburilor traheale, însă nu sunt legate fiziologic de acestea. Acest tip de parenchim este subdivizat în: terminal, când formează un strat mai mult sau mai puţin continuu, la capătul inelului de xilem; difuz, repartizat peste întreg inelul anual; metatraheal, reprezintă un parenchim mai puternic specializat şi este alcătuit din straturi concentrice (tangenţiale) de celule parenchimatice, independente de vase (fig. 220).

b. La tipul paratraheal, celulele parenchimatice sunt mai mult sau mai puţin legate fiziologic de trahei, ceea ce reprezintă o progresie faţă de cel apotraheal.

Lemnul foioaselor autohtone, după diametrul tuburilor vasculare, este de două feluri:

- lemn poros împrăştiat, în care se află tuburi vasculare micropore (cu diametrul < 100 μ) în număr mare (ca la fag, mesteacăn, arin, salcie, plop, arţar, castan sălbatic);
- lemn poros inelar (lemn ciclopor), în care caz în lemnul timpuriu se află foarte puţine tuburi vasculare macropore (cu diametrul transversal > 100 μ), recognoscibile şi cu ochiul liber (la stejar, ulm, frasin, castan comestibil).

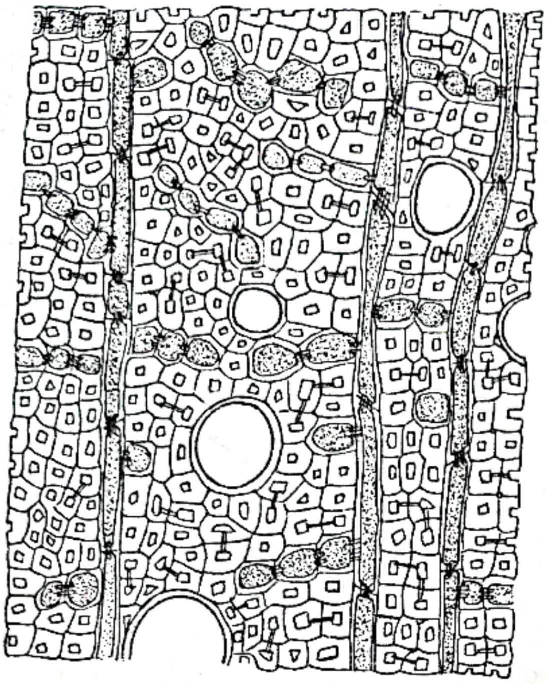


Fig. 220. Parenchim metatraheal într-o secţiune transversală prin xilemulul de la *Quercus iberica* (după Takhtajan)

În lemnul ciclopor, tuburile vasculare sunt însoţite de parenchim paratraheal, care, din cauza multiplelor legături prin porusuri cu elementele traheilor, mai este denumit şi parenchim de contact. Celulele acestui parenchim au caracterul celulelor glandulare. În ele se secretă zahăr şi alte substanţe organice.

Când, la umiditate atmosferică foarte ridicată, aspiraţia apei (în vase) prin transpiraţie lipseşte, aprovizionarea lăstarilor (care cresc repede) cu săruri nutritive dizolvate în apă nu poate avea loc. Zahărul din parenchim trece în tuburile vasculare şi fiind o substanţă osmotic activă absoarbe apa, care urcă, de la organele de absorbţie spre frunze, prin elementele traheale. O coborâre a apei prin vase nu este posibilă pentru că este oprită de endodermul rădăcinii.

În frunzele coroanei, surplusul de apă este eliminat prin gutaţie. Astfel se explică de ce, în trunchiul arborilor mari din zone cu ploi tropicale şi umiditate atmosferică ridicată, parenchimul de contact (paratraheal) este masiv dezvoltat şi înconjoară de jur împrejur tuburile vasculare, ca o manta cu mai multe straturi.

Şi tuburile vasculare macropore ale speciilor cu lemn ciclopor sunt învelite de jur împrejur de parenchim de contact. Este situaţia întâlnită la speciile arborescente şi arbustive adaptate la clima mediteraneaeană. Aceste plante cresc numai în perioadele dintre iernile umede, blânde şi verile fierbinţi, uscate.

În cazul lemnului poros împrăştiat parenchimul de contact este slab dezvoltat. Astfel de lemn este tipic pentru speciile de arbori din zonele unde solurile sunt umede, în timp ce aerul este numai rareori saturat cu vapori de apă (specii central europene). La aceste specii, parenchimul de contact paratraheal devine activ numai primăvara, înainte de apariţia frunzelor. Arborii ajung „în sevă", deoarece substanţele organice din parenchim trec în tuburile vasculare înainte de apariţia frunzelor şi de începerea transpiraţiei acestora. În vase se află o soluţie apoasă de substanţe organice, care prin vătămarea vaselor iese afară în cantităţi apreciabile. După apariţia frunzelor, curentul de transpiraţie furnizează energia necesară pentru urcarea sevei brute prin tuburile traheale până la frunze, învingând forţa de gravitaţie şi frecarea.

Ca o concluzie, se poate spune că în decursul evoluţiei parenchimului xilematic, de la tipurile primitive la cele mai perfecţionate, a avut loc o treptată scurtare, concomitent cu o micşorare numerică a celulelor din cordonul de parenchim şi realizarea unei legături fiziologice puternice între celulele parenchimatice şi tuburile vasculare (traheile).

Razele medulare, împreună cu parenchimul paratraheal (când există), formează o reţea de celule vii, puţin compactă, care traversează lemnul dicotiledonatelor în toate direcţiile şi poate ajunge la ¼ - ⅓ din corpul lor lemnos.

9. Apariţia fibrelor de lemn (= libriform)

Sistemul de susţinere în lemnul angiospermelor se realizează prin fibre de tip diferit. La angiospermele cele mai primitive (*Trochodendron, Tetracentron*) cu lemnul homoxil, elementele de conducere a apei, dar şi cu rol mecanic, sunt traheidele. Încă la aceste plante, unele dintre traheide se specializează pentru îndeplinirea funcţiei de conducere, iar altele capătă un rol preponderent mecanic.

Traheidele mai lungi, cu pereţi subţiri şi cu porusuri numeroase şi bine reliefate, dispuse în scară, întâlnite în lemnul timpuriu, exercită în principal funcţia hidrodinamică (de conducere a apei).

Alte traheide, mai strâmte şi cu pereţi groşi, se formează în lemnul târziu. Ele posedă porusuri areolate, mai puţin numeroase, mici şi cu deschidere aproape rotundă. Acestea îndeplinesc cu preponderenţă rol mecanic (de susţinere).

La conifere, lipsite de trahei, traheidele îndeplinesc ambele funcții: hidrodinamică și de susținere, deși în unele cazuri s-a observat o împrărțire a funcțiilor între traheide, ca și la angiosperme primordiale (numai cu traheide).

La majoritatea angiospermelor, în legătură cu apariția traheilor (tuburi vasculare), traheidele, care sunt componente ale xilemului la aproape toate plantele vasculare, au suferit modificări profunde morfo-funcționale.

În procesul de evoluție al angiospermelor, din traheidele tipice au luat naștere traheide-fibre, mai puternic specializate pentru funcția de susținere, care la rândul lor au reprezentat puncte de plecare pentru apariția fibrelor lemnoase (= libriform). Această evoluție, de la traheide la libriform, a fost însoțită de o îngroșare a pereților traheidei, o micșorare a lumenului lor și o scădere a numărului și mărimii porusurilor.

Traheidele-fibre ocupă o poziție intermediară între traheide și fibrele lemnoase (= libriform). Acestea au pereții subțiri, sunt alungite, cu lumen îngust și porusuri areolate mici, bine pronunțate. Ele îndeplinesc ambele funcții: mecanică (de susținere) dar și hidrodinamică (conducere a apei). În xilemul secundar, ele apar totdeauna împreună cu traheile scalariforme și cu razele medulare eterogene.

În evoluția ulterioară a traheidelor-fibre, la acestea porusul își pierde areola. Aceasta este în legătură cu funcția tot mai scăzută ca elemente ajutătoare de conducere a apei și cu adaptarea tot mai pronunțată pentru funcția de susținere. Ultima etapă a acestei evoluții este apariția fibrelor lemnoase (libriform).

La fibrele lemnoase porusurile se micșorează tot mai mult, au aspectul unor crăpături și mai puțin cea rotundă. Pereții acestora sunt așa de îngroșați, lumenul este atât de îngust și porii sunt așa de reduși și mici, încât conducerea apei a devenit imposibilă. Fibrele lemnoase sunt, astfel, elemente structurale adaptative și specializate pentru îndeplinirea funcției de susținere. La angiospermele cele mai evoluate, traheide apar destul de rar, iar masa principală a xilemului secundar o formează fibrele de lemn.

Fibrele lemnoase apar numai în planta adultă și au pereții puternic lignificați. În lăstari, la locurile cu solicitare de tracțiune, celulele fibrelor rămân nelignificate („fibre moi"), în timp ce în locurile cu solicitarea de compresiune se formează „fibre tari" lignificate. Ele sunt totdeauna mai lungi decât celulele parenchimatice învecinate.

Nu numai fibrele contribuie la consolidarea xilemului secundar. Rigiditatea la încovoiere a unei axe a lăstarului este cu atât mai mare cu cât țesuturile de susținere sunt situate mai la periferie (așa numitul „modul de elasticitate la încovoiere") și cu cât aceste țesuturi sunt mai bine legate între ele („modul de construcție armat") (W. Razdorski, 1928). În trunchiurile arborilor, rezistența la compresiune se realizează prin țesuturile mecanice și conducătoare situate în centrul acestora.

În afară de elementele obișnuite de fibre lemnoase, în lemnul secundar al celor mai multe dicotiledonate se află traheide-fibre și fibre compartimentate. La acestea din urmă, lumenul celulei este împărțit, prin pereți transversali subțiri, într-o serie de compartimente separate. Spre deosebire de fibrele obișnuite, traheidele-fibre și fibrele compartimentate, păstrează un timp mai îndelungat protoplastul lor în care sunt depuse, ca substanțe de rezervă, amidon, lipide și rășină. Când sunt elemente de fibre compartimentate în număr mare, parenchimul lemnos este sărăcăcios.

Evoluția traheidelor, la traheide fibre și a acestora la fibre lemnoase, a fost însoțită de o micșorare a lungimii lor. Această micșorare este în legătură cu reducerea, prin evoluție, a elementelor cambiale.

În general, lemnul, prin numeroasele celule moarte: traheide, elementele traheilor, fibre lemnoase, este un țesut preponderent mort. De asemenea, durata de viață a celulelor parenchimului lemnos este limitată. În inelele de lemn tinere, acest parenchim este viu, iar în inelele vârstnice celulele parenchimului mor. În acest mod, la arborii cu creștere în grosime, în partea centrală a trunchiurilor se formează duramenul, în care nu mai este nici o celulă vie. Lemnul viabil, funcțional, al părților exterioare ale trunchiurilor, este desemnat ca alburn, cu celule parenchimatice vii.

În timp ce în multe tipuri de lemn poros împrăștiat, capacitatea de conducere a apei de către tuburile vasculare se menține până la 20 de ani sau mai mult, la lemnul ciclopor de la frasin, ulm, salcâm, castan comestibil ș.a., aceasta se oprește după puțini ani, iar la stejar dispare după al doilea an. Duramenizarea începe la acești arbori mai târziu, încât în alburn se diferențiază un alburn conducător, care aparține încă hidrosistemului activ, și un alburn de înmagazinare, care îndeplinește funcția de înmagazinare a unor substanțe de rezervă dar și pe cea de susținere. Arborii cu alburn conducător îngust sunt sensibili la factorii exteriori, cum ar fi temperaturile ridicate, deteriorarea mecanică sau atacul unor ciuperci. Aceasta se exteriorizează prin epidemii pustietoare de dimensiuni continentale, ca de exemplu dispariția ulmilor din Europa Centrală, datorită unor ciuperci (ascomicete) vehiculate prin înțeparea scoarței de către un scarabeu, precum și dispariția stejarilor și castanilor buni din America de Nord, prin atacul unor ciuperci fitopatogene etc.

În legătură cu evoluția sistemului conducător în ansamblu, liniile conducătoare filogenetice, care se evidențiază la angiosperme în raport cu gimnospermele, sunt: desființarea progresivă a pereților tangențiali, ca urmare a reducerii perforațiilor în formă de scară (scalariforme); progresiva scurtare și lărgire a elementelor traheilor. Alte progresii se referă la formarea fibrelor xilemului, apropierea parenchimului lemnos de tuburile vasculare (trahei), separarea spațială a țesuturilor de conducere față de cele de susținere ca și omogenizarea și alungirea radială a celulelor razelor medulare.

Astfel, lemnul arborilor și arbuștilor foioși este mult mai complicat construit decât cel al arborilor de conifere. Dacă la conifere elementele conducătoare (traheidele) îndeplinesc ambele funcții, la dicotiledonatele lemnoase are loc o diviziune a muncii, o împărțire a funcțiilor între hidrosistem și sistemul de consolidare.

Gimnospermele arborescente au apărut în Permian, în urmă cu circa 260 milioane de ani. Acest lucru s-a întâmplat într-o climă răcoroasă, cum domină azi în taiga și pădurile de munte din regiunile temperate, unde acestea sunt preponderente.

Foioasele au apărut în Cretacicul Mijlociu, în urmă cu circa 100 milioane de ani, în condiții de climă caldă, înăbușitoare, cum predomină astăzi în regiunea tropicală și subtropicală și mai ales în pădurea umedă și caldă tropicală. După apariția lor, foioasele s-au răspândit foarte repede și s-au impus în majoritatea ecosistemelor. Le-a permis aceast lucru, printre altele, lemnul lor cu construcție complexă, care permite un mare număr de combinații de țesuturi. Acesta s-a dovedit mai capabil de adaptare la variate condiții de mediu, în comparație cu lemnul monoton, alcătuit numai din traheide, al gimnospermelor.

C. EVOLUȚIA FRUNZELOR

1. Considerații generale

Varietatea organelor frunză la cormofite este extraordinară, începând cu frunze-solzi insignifiante până la evantaie penate, lungi de metri, de la ferigile arborescente, de la frunze aciculare verzi până la trofofilele angiospermelor, cu marea lor varietate de forme.

Însă, în ceea ce privește varietatea formei, construcției, mărimii și dispoziției frunzelor, nici o altă grupă de plante superioare nu se poate compara cu angiospermele. Plasticitatea evoluționistă neobișnuită a frunzei, polimorfismul ei uimitor, întâlnit deja în interiorul unei singure familii, uneori chiar în interiorul unui gen, sunt unele dintre cele mai caracteristice particularități ale acestui organ vegetal. Toate formele variate ale frunzelor angiospermelor, pornind de la trofofilele extraordinar de diferit construite, trecând prin petalele strălucitor colorate până la stamine și carpele, de la spinii-frunze până la rafinatele capcane ale insectivorelor exotice, se derivă de la un organ ancestral numit filom.

Spre deosebire de axa lăstarului și a rădăcinii, care au structură unifacială, filomul are o configurație de suprafață bifacială, adică cele două suprafețe sunt, atât exterior cât și interior, diferite. Cele două suprafețe se deosebesc la exterior prin frecvența aparatelor stomatice și acoperirea cu trichomi, iar în interior se evidențiază dorsiventralitatea organizării anatomice, adică a țesuturilor alcătuitoare și a dispoziției acestora. Astfel, spre fața adaxială se află parenchim palisadic și xilem, iar spre fața abaxială parenchim lacunos (= spongios) și floem. Celulele epidermei, deseori, înmagazinează pigmenți cu rol ecologic important.

Filomii, spre deosebire de telomi, au creștere limitată, prin celule inițiale bifaciale sau prin meristeme lineare de margine.

O excepție de la această regulă, a creșterii limitate, o reprezintă *Chistocheton* (Fam. *Meliaceae*), un arbore din Arhipeleagul Malaez, care prezintă o frunză mare, penată. Apexul principalului rahis al frunzei rămâne activ timp de mai multe sezoane și produce anual câte o pereche de segmente. Această frunză prezintă, astfel, caracter de tulpină, datorită potențialității de creștere nelimitată în lungime. Alte indicii ale proprietăților de tip tulpină (axă a lăstarului) sunt ramificarea dar și însușirea unor frunze ale angiospermelor de a produce muguri cu rol de înmulțire (de ex. la *Kalanchloë*, *Bryophyllum* ș.a.).

Funcțiunile inițiale sunt fotosinteza și transpirația. Acestea sunt îndeplinite de trofofile, care reprezintă forma tipică a filomului. Celelalte forme de frunze derivă din aceasta și sunt simplificate prin reducere.

Frunza tipică este bilateral simetrică. Ea posedă o mediană în direcția pețiolului, respectiv a rahisului, pe care se desfășoară și nervura mediană a acesteia. Abateri de la simetria bilaterală sunt rare. Ca exemple pot fi date frunzele de la *Begonia sp.*, *Ulmus sp.* ș.a., care se recunosc prin baza lor asimetrică.

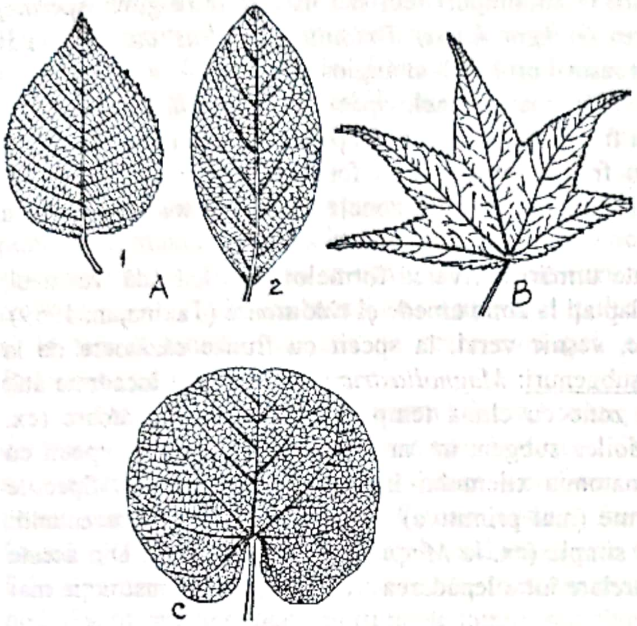


Fig. 221. A - Frunze cu nervațiune penat-camptodromă (1) la *Betula medwedewii* și penat-brahiodromă (2) la *Laurus canariensis*; B – nervațiune penat-craspedodromă la *Liquidambar styraciflua* L.; C – nervațiune dictiodromă la o frunză de *Cercis siliquastrum* (după Takhtajan)

La o observare cu ochiul liber, a oricărei frunze, frapează nervațiunea, adică dispoziția fasciculelor conducătoare în lamină. Acestea joacă rol conducător atât al apei cu ioni minerali nutritivi, dar și în transportul spre locurile de consum sau depozitare ale produselor fotosintezei. Prin țesuturile mecanice din nervuri, fasciculele au și rol în rigidizarea laminei frunzei.

Lungimea totală a fasciculelor conducătoare dintr-o frunză de fag ajunge la 80 m. La ferigi și *Ginkgo biloba* se află o nervațiune în evantai, la dicotiledonate se întâlnesc rețele de nervuri mai complicate culminând cu nervațiunea în rețea (fig. 221); la monocotiledonate, de regulă generală, nervațiunea este paralelă sau curbinervă.

Varietatea morfologică a frunzelor la cormofitele actuale este determinată prin mecanismul creșterii de diferențiere. Este cunoscut faptul că succesiunea modificărilor ontogenetice, de la zigot până la organismul adult, se realizează, în principal, prin creșterea inegală, în direcții diferite. Această idee a fost exprimată de H. Spencer (1899) și completată ulterior de alți cercetători, mai ales pentru animale și mai puțin pentru plante. În literatura botanică este cunoscută definiția „creșterii de diferențiere" după J. Huxley (1932) (citat după Takhtajan, 1959): „creștere generală care este diferită în cele trei dimensiuni ale spațiului" sau „reprezintă o creștere localizată la puncte precis delimitate.

Creșterea de diferențiere determină atât forma organismului ca întreg cât și a părților sale separate, ale organelor și sistemelor de organe, ale țesuturilor și celulelor sale.

Ca urmare a modificărilor determinate de creșterile constant diferențiate, în cursul evoluției forma inițială (de plecare) este supusă la numeroase transformări. Astfel, și întreaga varietate a frunzelor se poate imagina ca reprezentând deformări, mai mari s-au mai mici, ale unui tip de plecare. Dacă contururile unei frunze oarecare se înscriu într-un sistem de coordonate carteziene (raportate la un sistem de referință format din două sau trei axe rectangulare) și apoi se modifică una sau ambele coordonate (adică se deformează sistemul de coordonate) atunci se pot obține diferite forme de frunze, care pot corespunde diversității de forme actuale. Deci, modificările evoluționiste ale frunzei sunt interpretate ca deformații neîntrerupte ale formei ancestrale (filom). Din păcate, interpretarea transformărilor topologice ale filomului ca și ,în general, interpretatrea matematică a evoluției formelor organice, inclusiv a frunzelor, este abia la început și nu oferă prea multe date morfologiei teoretice.

2. Frunza primitivă a angiospermelor

După cunoștiințele actuale este foarte greu de reconstruit acel tip inițial al frunzelor (filomul) din care, ca rezultat al unei îndelungate evoluții, a apărut diversitatea de astăzi a frunzelor angiospermelor. Între angiospermele actuale, nici chiar la formele cele mai primitive, nu se găsesc tipuri de frunze incontestabil arhaice, ceea ce este valabil și pentru angiospermele fosile, cunoscute și cercetate.

De aceea, nu există unanimitate de păreri între specialişti cu privire la tipul de frunză primitiv al angiospermelor şi care au fost direcţiile evolutive urmate de acesta.

În aceste condiţii, baza de la care se poate porni în rezolvarea acestei probleme o reprezintă studiul frunzelor angiospermelor actuale şi compararea lor cu gimnospermele primitive, dispărute sau cele actuale.

Din compararea cu gimnospermele dar şi din cercetarea comparativă a angiospermelor actuale se desprinde, ca primă ipoteză, faptul că lepădarea sezonieră a frunzişului este un fenomen secundar, care a apărut în decursul evoluţiei, ca o adaptare la anotimpuri reci sau uscate. Între gimnosperme, forme cu frunze căzătoare sunt destul de rare: *Ginkgo, Larix, Taxodium, Cedrus* etc. Însă atât *Ginkgoales* cât şi *Coniferales* nu reprezintă predecesorii probabili ai angiospermelor.

Angiospermele actuale cele mai primitive, în special unele specii de *Magnolia,* întregul gen *Talauma*, genul *Degeneria* şi *Winteraceae*- le au frunze veşnic verzi. În primele etape ale evoluţiei au apărut, după toate probabilităţile, din forme cu frunze veşnic verzi forme care îşi pierd frunzele. Căderea frunzelor a fost o consecinţă a adaptării la viaţa aspră din zonele înalte muntoase şi în unele cazuri şi a adaptării la un anotimp uscat, secetos.

În interiorul fam. *Magnoliaceae* se poate urmări derivarea formelor care leapădă frunzişul, rezistente la frig, din predecesori veşnic verzi, adaptaţi la zone umede şi călduroase (Takhtajan, 1959). Treceri de la specii de *Magnolia* subtropicale, veşnic verzi, la specii cu frunze căzătoare de la latitudini moderate se pot observa la cele două subgenuri: *Magnoliastrum*, în care sunt încadrate atât specii veşnic verzi primitive dar şi specii din zone cu climă temperată cu frunze căzătoare (ex. *Magnolia obovata* Thumb.); *Gwillimia* este al doilea subgen, în care sunt cuprinse numai specii cu frunze căzătoare. Foarte concludentă este şi anatomia xilemului la cele două subgenuri. Speciile subgenului *Magnoliastrum* au treahei scalariforme (mai primitive) în timp ce la toţi reprezentanţii subgenului *Gwillimia* se află trahei cu perforaţii simple (ex. la *Magnolia liliiflora* Desr.). Din aceste date se poate trage concluzia că există o certă corelare între lepădarea frunzişului şi o construcţie mai specializată a sistemului conducător.

Treceri, de la forme veşnic verzi la cele care îşi pierd frunzele, se pot urmări şi la alte numeroase familii de dicotiledonate.

Cu privire la forma iniţială (de plecare) a frunzei angiospermelor au fost elaborate cel puţin trei ipoteze.

Unii autori, ca Sprague (1925) şi Corner (1949), au emis ipoteza că tipul de plecare al frunzei angiospermelor a fost o frunză compusă. Cercetări ulterioare de morfologie comparată a frunzelor angiospermelor actuale au condus, pe cei mai mulţi cercetărori, la concluzia că frunzele divizate în general, dar şi cele compuse în special, sunt secundare şi se derivă din frunze întregi, simple sau lobate.

După alţi autori (Sinnott şi Bailey, 1914, 1915), frunza primitivă a angiospermelor era simplă, probabil trilobată şi cu nervaţiune palmată.

Pe de altă parte, J. Parkin (1953), sprijinindu-se pe cercetări morfologice comparative ale laminei frunzelor angiospermelor actuale, a susţinut ideea că tipul de plecare în evoluţia frunzei angiospermelor a fost o frunză simplă, ovată, cu nervaţie penată (citat după A. Takhtajan, 1959). De la această lamină ovală se poate deriva, în evoluţie, frunza lobată cu trei sau cinci lobi. Prin adâncirea crestăturilor laminei până la bază, se formează frunza compusă palmată. Din aceasta, prin interpolare a rahisului, se poate ajunge la frunza compusă penată. Ca exemple pentru teoria sa, Parkin citează frunzele genurilor *Acer* şi *Rubus*. În cadrul genului *Acer*, speciile cu frunze veşnic verzi: *A. fergesii, A. laevidatum, A. niveum* şi *A. oblongum* au în cea mai mare parte frunze simple, în timp ce *A. negundo* are frunze penat-compuse. Între aceste două extreme, se află cele mai multe specii de Acer, cu frunze lobate şi nervaţiune palmată sau penată.

Însuşi A. Takhtajan (1954), a ajuns la concluzii analoage cu J. Parkin, deşi mai înainte împărtăşise părerea lui Sinnott şi Bailey asupra frunzei primare a angiospermelor. Argumentul pentru această concepţie l-a reprezentat mai întâi faptul că angiospermele actuale cele mai primitive, ca *Magnoliaceae*-le, *Degeneriaceae*-le, *Himantandraceae*-le, *Winteraceae*-le ş.a. au, de regulă generală, frunze cu marginea întreagă, cu nervaţie penată. Frunze lobate apar la genurile mai evoluate, ca *Liriodendron* şi unele specii de *Magnolia*, ca *M. officinalis* var. *biloba*.

Tipul cel mai primitiv de nervaţie, după toate probabilitate, trebuie considerată nervaţiunea penată deschisă. Din nervura principală pornesc nervurile laterale sub un unghi ascuţit, la tipurile mai primitive, iar la formele mai evoluate unghiul devine din ce în ce mai mare şi se apropie de un unghi drept, ca la unele *Asclepiadaceae*, *Ficus elastica* ş.a.

Din nervațiunea penată simplă, întâlnită la *Magnoliales, Lauraceae, Piperales, Hamamelidales, Rosales* etc. se derivă nervațiunea penată mai perfecționată, cum este cea penat-reticulată sau nervațiune penat-închisă, la care se contopesc nervurile penate, se aranjază în ochiuri și alcătuiesc o rețea. În acest mod se asigură cel mai eficient aprovizionarea cu substanțe nutritive a întregului limb al frunzei. Din nervațiunea penată, considerată primară, a derivat nervațiunea palmată (digitiformă) dar și cea în dungi (paralelă și curbinervă), care domină la monocotiledonate.

După toate probabilitățile, prezența stipulelor la baza frunzelor este un caracter de primitivitate, în timp ce lipsa lor trebuie interpretată ca rezultat al simplificării (reducerii) lor. La familiile primitive, ca *Magnoliaceae, Lactoridaceae, Chloranthaceae* ș.a., stipulele sunt prezente, iar lipsa acestora, la *Degeneria, Himantandra, Illicium, Winteraceae, Schizandraceae, Trochdendron*, este interpretată ca secundară la aceste angiosperme primitive, prin reducerea progresivă până la dispariția lor. La *Trochodendron* stipulele sunt prezente, dar concrescute cu pețiolurile subțiri ale frunzelor și lasă impresia unor organe care se găsesc pe calea dezvoltării regresive. La *Trochodendraceae*, familie apropiată de *Tetracentraceae*, dezvoltarea regresivă a stipulelor a ajuns la punctul culminant și a dus la completa atrofiere a acestora. Aspectele prezentate privind dezvoltarea sau atrofierea stipulelor nu se confirmă în toate cazurile. Stipulele lipsesc la o familie atât de primitivă ca *Winteraceae*, însă s-au menținut nu numai la multe *Hamamelidales, Rosales, Theales, Malvales*, dar și la familii situate mai sus pe scara evoluției, ca *Polygonaceae, Zygophyllaceae, Resedaceae, Rubiaceae* ș.a.

De o mare importanță pentru aflarea tipului primitiv al frunzei angiospermelor este cercetarea comparativă a anatomiei nodurilor axei lăstarului. După cum se cunoaște, sistemul de conducere al axei lăstarului se unește cu cel al frunzei printr-unul, trei sau mai multe fascicule conducătoare, care poartă numele de urme foliare. Fiecare urmă a frunzei formează în stelul axei lăstarului o lacună foliară (gol al frunzei), unde țesutul conducător este suplinit prin parenchim. După numărul lacunelor foliare se deosebesc noduri unilacunare, trilacunare sau multilacunare. Aceste trei tipuri anatomice de noduri sunt caracteristice pentru unele familii sau chiar ordine ale angiospermelor.

S-a dovedit că tipul trilacunar este caracteristic pentru familii primitive, de plante prevăzute și cu stipule, în timp ce nodurile unilacunare și multilacunare se întâlnesc la plantele lipsite de stipule. S-a constatat, de asemenea, că la plantele cu noduri multilacunare, baza frunzei este dezvoltată, mai mult sau mai puțin puternic, ca teacă a frunzei.

Concepția că tipul trilacunar de noduri are caracter de primitivitate a dobândit o recunoaștere aproape generală. Au apărut însă și obiecții legate de nodurile de la ferigi și gimnosperme primitive, dar și evoluate, la care predomină tipul unilacunar. S-a tras atunci concluzia că tipul de noduri uniloculare este primitiv, în timp ce tipul multilacunar este derivat din cel unilacunar.

Din aceste constatări s-a emis ideea că și la angiosperme structurile de noduri trilacunare și multilacunare au apărut pe o anumită treaptă a evoluției și au derivat din starea unilacunară.

Anatomia comparativă a nodurilor angiospermelor primitive (*Ranales* ș.a.), dar și a unor simpetale evoluate (*Asterales, Plantaginales* ș.a.) au dovedit că nodul unilacunar al acestora este secundar și derivă din alte tipuri, trilacunar sau multilacunar.

După o concepție împărtășită de cei mai mulți cercetători, nodurile cele mai primitive sunt cele cu trei sau mai multe lacune (numere impare), care sunt corelate și cu prezența stipulelor, în timp ce tipul unilacunar, care apare la grupe de angiosperme evoluate, simpetale, are caracter secundar, derivat, spre deosebire de nodul unilacunar al ferigilor și unor gimnosperme, unde are caracter primar. Deci, direcția principală în evoluția construcției nodurilor axei lăstarului angiospermelor este caracterizată printr-o micșorare a numărului de lacune foliare.

Din cauza varietății extraordinare a formelor de frunze și a plasticității acestora, rămâne încă nesigur dacă inițială (primitivă) este conformația compusă a frunzei sau cea simplă, nedivizată.

După cei mai mulți cercetători, privind retrospectiv evoluția frunzei angiospermelor actuale, se poate trage concluzia că tipul de frunză cel mai primitiv este frunza veșnic verde, simplă, nedivizată, cu nervațiune penată. Aceasta posedă două stipule mari, mai multe urme foliare, care formează la noduri câteva lacune foliare. Astfel de frunze se întâlnesc la unele grupe primitive actuale de angiosperme (*Magnoliales* ș.a.).

3. Dezvoltarea frunzei și adaptări particulare

Frunzele apar mai întâi ca primordii foliare, sub forma unor protuberanțe laterale, dezvoltate exogen, din meristemul conului vegetativ al lăstarului.

La angiosperme, primordiile frunzelor se lărgesc spre baza lor, perpendicular pe axa lăstarului. Se formează astfel baza lată a frunzei, care poate cuprinde, de jur împrejur, axa sau poate duce la formarea unei teci a frunzelor. Meristemul de margine (= de flanc), în formă de protuberanță, formează mai departe lamina frunzei. În contrast cu plantele ferigi, la care frunza are o creștere acroplastă (prin partea terminală a meristemului de margine), la angiosperme este preponderentă, creșterea baziplastă, adică activitatea meristemului de margine se stinge mai întâi la vârf și în cele din urmă la baza laminei. Frunzele penate sau palmate iau naștere prin împărțirea meristemului de margine.

Pețiolurile se formează prin creștere intercalară, adică printr-un meristem care se formează în țesuturi diferențiate.

Laminele frunzelor celor mai multe monocotiledonate, cu nervațiune paralelă sau curbinervă, apar prin activitatea unui meristem intercalar bazal. În mod analog cresc și cele două frunze liniare, ca două curele, ale gimnospermului *Welwitschia mirabilis* (Patriarhul franjurat al deșertului Namib) până la 500 ani, cât planta care le poartă (după alți autori până la 2000 ani).

Tabel 9. Succesiunea frunzelor la o plantă cu flori (după P. Sitte, in Strasburger, 1999)

I Embrion (Sămânța)	______	Cotiledoane (Cotiledon)	
II Plantulă	______	Frunze primare	
III Domeniul vegetativ	Rizom Frunze inferioare	Frunze adevărate (trofofile) Frunze acoperitoare	Mugure lateral → lăstar lateral Tegmente (solzi ai mugurilor) bracteole, bractei
IV Inflorescențe		Bractei	
V Floarea	Frunze ale perigonului (tepale)		Frunze ale caliciului (sepale) Frunze ale corolei (petale)
		Stamine Carpele	

Durata de viață a frunzelor variază foarte mult. Cotiledoanele epigeice, frunzele învelișului florii, bracteile din inflorescențe au o durată scurtă de viață. Trofofilele plantelor cu frunze verzi vara (de la foioase) cad la sfârșitul unei perioade de vegetație. În frunze, se formează, din cloroplaste, gerontoplaste, colorate în galben prin carotenoizi esterizați cu acizi grași. Căderea frunzelor are loc prin formarea unui țesut de separație la baza pețiolului. Frunzele arborilor și arbuștilor veșnic verzi persistă mai mulți ani.

Metamorfoze ale frunzelor sunt transformări ereditare ale formei și structurii unor frunze, ca urmare a adaptării la îndeplinirea altor funcții:

- spini la *Berberis vulgaris*;
- cârcei – la *Pisum sativum* (numai anumite foliole), *Lathyrus aphaca* (întreaga frunză);
- organe de înmagazinare a substanțelor de rezervă (*Aloë, Agave*);
- organe de înmagazinare a apei în straturi subepidermale (*Sedum, Crassula* ș.a.) sau în interiorul frunzei la *Lithops* (Pietrele Vii) din deșerturile sud-africane.

Frunzele plantelor carnivore. Pe substraturi sărace în substanțe nutritive, mai cu seamă în produși cu azot (de exemplu mlaștinile oligotrofe din zonele înalte), se dezvoltă plante, la care frunzele se adaptează pentru a captura animale mici pe care le digeră. Aceste plante sunt verzi, autotrofe, însă suplimentar își completează hrana cu azot prin prinderea, reținerea și digerarea unor animale mici, mai ales insecte. Digerarea acestora are loc extracelular.

Pentru prinderea acestor mici animale, frunzele acestor plante s-au transformat în moduri diferite, adesea originale. Sunt cunoscute câteva astfel de grupe.

I. Prinderea insectelor prin alipire la specii de *Drosera* (Roua cerului). Pe frunze se află emergențe în forma unor tentacule traversate de un cordon de traheide. Umflăturile terminale, glandulare, secretă picături lipicioase, care sclipesc și ademenesc animalele mici, mai ales insecte. Acestea rămân lipite de mai multe glande, deoarece se zbat și încearcă să se elibereze. Glandele secretă enzime proteolitice, care descompun corpul insectei, cu excepția chitinei. Unele specii cresc și în România.

II. Prinderea insectelor prin închiderea într-o capcană, formată din jumătăţi de frunze. La specii de *Dionaea* (din America de Nord), mişcarea jumătăţilor de frunză este realizată printr-o articulaţie-balama de la nervura principală, acţionată osmotic. Pe jumătăţile de frunză se află ţepi palpatori. Chiar insecte puternice, cum sunt bondarii sau viespile, nu pot scăpa şi sunt digerate cu ajutorul enzimelor proteolitice secretate.

III. Prinderea insectelor prin capcane de alunecare, la plante exotice ca: *Nepenthes, Cephalotus, Sarracenia şi Darlingtonia*. Capcana, în forma unei căni, provine din lamina frunzei transformată şi este acoperită cu un căpăcel. Marginea capcanei este netedă, plană, frapant colorată, placată cu solzi de ceară epicuticulari, sub care se află glandele cu nectar. Insectele, atrase de marginea colorată, se prăbuşesc în capcană şi sunt digerate prin enzimele proteolitice, secretate de glandele cu care este tapisată partea internă a acesteia. Căpăcelul închis împiedică pătrunderea apei de ploaie. Peţiolul frunzei poate funcţiona ca un cârcel, care menţine capcana în poziţie optimă, iar baza frunzei preia funcţiunile laminei.

IV. Capcane prin înghiţire, la planta cu frunze submerse *Utricularia* (Otrăţelul bălţii), care creşte şi în bălţi din sudul României. Frunzele sunt adânc divizate şi unele segmente formează vezicule mici, verzui, care reprezintă capcane prin înghiţire. Gura lor este închisă etanş printr-o clapă asemănătoare cu o clapă de ventil. Pe clapă se află nişte ghimpi, care la lovire de către un animal mic (de exemplu *Daphnia*) acţionează ca o pârghie, deschide capcana şi absoarbe un val de apă, cu animale mici în acesta. Procesul de înghiţire se realizează prin destinderea pereţilor vezicii, elastici, întâi alipiţi. După digerare, clapa închide, iarăşi, etanş capcana.

4. Anatomia limbului frunzei

Într-o secţiune transversală prin trofofile* de tip bifacial se evidenţiază alcătuirea histologică a limbului acesteia:

1. Epidermele unistratificate, ale căror celule conţin leucoplaste cu conţinut scăzut de clorofilă. Pe epiderme se află stomatele şi trichomii. Celulele epidermelor rareori conţin cloroplaste (la plantele de umbră şi cele submerse).

2. Mezofilul alcătuit dintr-un ţesut asimilator denumit clorenchim.

Clorenchimul mezofilului este alcătuit din parenchim palisadic şi parenchim lacunos (spongios).

Parenchimul palisadic este mai dens (dar nu compact), cu 1-3 straturi de celule, în care se află 4/5 din toate cloroplastele frunzei. Este ţesut asimilator.

Parenchimul lacunos (spongios) este foarte puţin compact şi poate fi caracterizat ca ţesut respirator. Numeroasele, şi uneori marile, spaţii intercelulare ocupă până la 90% din volumul mezofilului.

Suprafaţa totală a tuturor celulelor mezofilului este de circa 100 de ori mai mare decât suprafaţa frunzei.

Sistemul spaţiilor intercelulare ale parenchimului spongios uşurează, la frunzele hipostomatice, difuzarea CO_2 la parenchimul palisadic, în vederea desfăşurării fotosintezei.

3. Fasciculele conducătoare sunt înconjurate, de jur împrejur, la unele plante, de endoderme, care sunt desemnate ca teci ale fasciculelor. La interiorul acestor teci se află, frecvent, un inel de celule de transfer, care corespunde unui periciclu. Celule din acest strat, ca şi endodermul, au caracter glandular şi servesc transportului de substanţe între fasciculele conducătoare şi mezofil. Adesea, fasciculele sunt însoţite şi de teci de sclerenchim, care dau rigiditatea limbului.

Celulele tecilor fasciculare la plantele C_4, a căror fotosinteză este adaptată la locuri stabile uscate şi cu insolaţie puternică, conţin plastide verzi, fără grane, dar cu mult amidon de asimilaţie. În schimb, cloroplastele din celulele mezofilului prezintă o ultrastructură tipică, cu grane bine diferenţiate dar cu puţin amidon. Acest fenomen poartă numele de dimorfism al cloroplastelor. Întregul complex de ţesuturi acţionează ca o pompă de CO_2. Plastidele tecilor asimilatoare ale fasciculelor conducătoare sunt aprovizionate optimal cu CO_2, chiar şi atunci când stomatele sunt îngustate pentru micşorarea transpiraţiei.

La o trofofilă bifacială tipică mezofilul reprezintă 68%, spaţiile intercelulare 16%, epidermele 12%, iar ţesutul conducător 5%.

---

* În mod curent prin trofofile se înţeleg frunzele

Alte tipuri de frunze: ecvifaciale, cu parenchim palisadic spre ambele epiderme (ex. frunza de garoafă), cu mezofil omogen (unitar) nediferenţiat în parenchim palisadic şi lacunos şi cu stomate la fel împrăştiate pe cele două epiderme ale frunzei (ex. la monocotiledonate).

D. SISTEMUL DE RĂDĂCINI

Funcţiunile de bază

Sistemul de rădăcini, în cazul normal, este adaptat pentru îndeplinirea a două funcţiuni: ancorarea plantei în sol şi preluarea apei cu ioni minerali nutritivi.

Îndeplinirea acestor două funcţii este corelată cu o mărire enormă a suprafeţei absorbante a rădăcinii. Multe celule ale stratului extern necutinizat (rizodermul = epiderma rădăcinii) cresc şi formează perişori ai rădăcinii (= radicule), lungi de milimetri până la centimetri.

Radiculele au o creştere terminală (datorită prezenţei în vârful lor a nucleului) ca şi rădăcinile şi de aceea pot înainta bine printre particulele solului. Zona radiculelor unor rădăcini are 1-2 cm lungime. Radiculele se uzează şi pier, însă le iau locul altele.

S-a calculat, teoretic, că o plantă adultă de secară are până la 10 miliarde de radicule, a căror lungime totală ar ajunge la 10 Km. Suprafaţa totală a lor este egală cu un pătrat cu latura de 20 cm şi este de circa 50 de ori mai mare decât suprafaţa întreagă a lăstarului, inclusiv frunzele.

Alte funcţiuni ale sistemului de rădăcini: reprezintă locuri de sinteză a unor substanţe vegetale importante ca hormoni vegetali (gibereline, citokinine); organe de înmagazinare a substanţelor de rezervă, a aerului, înmulţire vegetativă etc.

Sisteme de rădăcini

Ca şi sistemele de axe şi sistemele de rădăcini sunt diferit configurate, în funcţie de locurile stabile unde se dezvoltă plantele respective.

La plantele tinere, care se înmulţesc prin stoloni, sistemul de rădăcini este, de asemenea, mai mare decât al lăstarului. La cactee, care cresc pe locuri stabile uscate, fierbinţi, şi unde solul se usucă complet peste zi, sistemul de rădăcini este slab dezvoltat. La arbori, întinderea sistemul de rădăcini este corelată cu extinderea coroanei. În general, sistemului de rădăcini, cu întindere orizontală, depăşeşte cu puţin suprafaţa solului acoperită de coroană.

Cu privire la întinderea verticală în sol, rădăcinile pot fi: orizontale (plane) şi adânci. Astfel, la *Tamarix* (Cătina roşie) rădăcina pivotantă poate ajunge la 30 m în sol.

Sistemele de rădăcini pot fi:

- eterogene (allorhize);
- omogene (homorhize).

a. Sistemul de rădăcini eterogene (allorhize) se întâlneşte la mulţi arbori. Radicula (rădăcina plantulei) se dezvoltă la rădăcina principală (primară) şi formează o rădăcină pivotantă, care pătrunde adânc în sol. Pe aceasta se formează rădăcini laterale (secundare), care cresc, în pământ, înclinat sau orizontal şi se ramifică în continuare. Ultimele ramificaţii cresc în toate direcţiile fără vreo legătură cu vectorul forţa gravitaţiei.

Unii arbori dezvoltă sisteme de rădăcini pivotante (pinul, bradul, stejarul, paltinul). La alte specii foioase (mesteacăn, tei ş.a.) din rădăcina principală se formează treptat rădăcini asemănător de puternice cu cea principală. Ele stau înclinat în sol, încât sub baza tulpinii se formează o zonă hemisferică de rădăcini (sistem de rădăcini inimă).

A treia grupă sunt arbori cu rădăcini plane, puţin adânci (molidul, frasinul) şi formează aşa-numitul „sistem coborâtor de rădăcini". Din rădăcinile secundare puternice, pornesc vertical în sol, rădăcini coborâtoare, care sunt mai subţiri şi mai scurte.

Concreşteri ale rădăcinilor se întâlnesc la arbori ca *Picea abies, Ulmus minor*. În culturi foarte dese mulţi arbori sunt legaţi împreună prin cordoane de rădăcini rezultate prin concreştere şi iau forma unor odgoane.

b. Sistem de rădăcini omogene (homorhize)

Se poate întâlni o homorizie primară şi o homorizie secundară.

Homorizia primară. Acest sistem este alcătuit din rădăcini de acelaşi rang şi asemănător configurate, ramificate sau moderat ramificate. Se întâlneşte la plantele cu rizomi, bulbi, bulb-tuberculi, la care toate rădăcinile sunt adventive şi au originea în lăstar.

De asemenea, la ferigi este homorizie primară. Rădăcinile sunt tot adventive, cu originea în lăstar (tulpina subterană), însă pornesc de la baza fiecărei frunze. De aceea, aceste rădăcini sunt atribuite frunzelor.

La spermatofite nu există rădăcini care să fie atribuite frunzelor. Ele pornesc de la nodurile axei lăstarului (la criptofite), însă există şi numeroase excepţii.

Homorizia secundară. Se referă la sistemul de rădăcini adventive care pornesc de la cel mai de jos nod al lăstarului. Mai întâi din seminţe sau fructe indehiscente se formează o rădăcină principală (care provine din radicula plantulei), dar aceasta dispare de timpuriu şi este înlocuită cu rădăcini adventive care pornesc de la nodurile bazale ale tulpinii (la graminee şi alte ierburi monocotiledonate). Toate aceste rădăcini sunt la fel configurate.

La rădăcini lipseşte metameria de la axele lăstarilor, adică împărţirea în noduri şi internoduri.

E. EVOLUŢIA FLORII

Floarea angiospermelor este un lăstar scurt, limitat în creşterea sa, care poartă ansambluri de sporofile (microsporofile şi/sau megasporofile). Aceasta s-a specializat în producerea şi protejarea microsporilor şi megasporilor şi serveşte reproducerii sexuate. Datorită perfecţionării structurale şi funcţionale, în vederea îndeplinirii funcţiilor, aceste sporofile la angiosperme au căpătat denumirea de stamine şi carpele.

În decursul evoluţiei, floarea a rezultat din strobilul primitiv al gimnospermelor, predecesori ai angiospermelor. Strobilul a luat naştere ca rezultat al unei agregări a sporofilelor în partea apicală a unor lăstari scurţi, specializaţi, cu creştere limitată. Această agregare a avut drept rezultat o protecţie mai bună a sporangiilor tinere dar şi o îmbunătăţire esenţială a mecanismelor polenizării.

Cea mai importantă particularitate a florii angiospermelor, care o deosebeşte de toate celelalte tipuri de strobiluri, este posesia de carpele, adică de megasporofile deosebite, care închid în ele unul sau mai mulţi megasporangi (ovule).

Din punct de vedere morfologic, diferenţele dintre floarea angiospermelor primitive (*Magnoliales*) şi strobilul gimnospermelor primitive fosile (*Phyllospermidae*), nu este foarte mare. Din punct de vedere biologic însă, floarea angiospermelor se deosebeşte profund de strobilul gimnospermelor, în mod determinant prin prezenţa carpelelor.

1. Rolul insectelor în apariţia florii

După părerea multor paleobotanişti, dar şi alţi cercetători în domeniul botanicii (morfologi, sistematicieni etc.), insectele, care au apărut în Devonian, au avut un rol remarcabil atât în apariţia florii angiospermelor cât şi în evoluţia acesteia.

Floarea angiospermelor, după toate probabilităţile, a apărut dintr-un strobil entomofil al unor gimnosperme primitive. Dacă aceasta a apărut sub influenţa entomofiliei, în structura sa primordială, obligatoriu ea trebuie să fi fost bisexuată. Pe baza unor constatări paleobotanice, polenizatorii primitivi au putut fi ademeniţi numai de microspori, care serveau drept hrană proteică, şi deci vizitau numai microsporofilele. Dacă florile primordiale ar fi fost unisexuate, microsporii nu ar fi putut fi transportaţi de către insecte la florile femele. În acest caz insectele n-ar fi avut nici o importanţă pentru polenizare.

Gimnospermele cu strobil unisexuat, cum sunt cele dintre *Cordaitales*, *Ginkgoales* şi *Cycadales*, au rezultat din *Pteridospermales* (Ferigile cu germeni). Acestea ultime au putut fi căutate, datorită microsporilor, de către unele insecte. Ele au fost potenţial capabile şi de o evoluţie în direcţia folosirii insectelor pentru polenizarea încrucişată. Evoluţia în direcţia entomofiliei a dus treptat la agregarea microsporofilelor şi megasporofilelor în acelaşi strobil. În acest mod au luat naştere strobilele de la *Bennettitatae* (gimnosperme fosile la care a fost reconstituită prima floare bisexuată) şi angiosperme. Caracterul amfisporangiat al strobilului oferă posibilitatea unei complete polenizări încrucişate prin intermediul insectelor, dar şi o piedică în calea polenizării prin intermediul vântului. Deci strobilurile hibride au putut lua naştere numai pe calea polenizării entomofile.

La *Bennettitatae*, ca şi la angiosperme, microsporofilele sunt dispuse totdeauna sub megasporofile, încât micşorează posibilitatea apariţiei autopolenizării.

Insectele, care au polenizat strobilurile primitive ale *Bennettitatae*- lor primitive şi apoi ale angiospermelor, au fost ademenite mai întâi de microspori care le serveau drept hrană, dar şi de un posibil adăpost în aceste strobile. Prin microsporii transportaţi pe corpul lor, insectele mijloceau, la aceste plante, polenizarea încrucişată. Datorită unor picături de polenizare, dispuse pe micropilul ovulelor, se ușura, astfel, captarea grăunciorilor de polen. Totodată, insectele puteau consuma și ovulele, bogate în substanțe nutritive, cauzând, astfel, vătămări considerabile plantei.

În acest mod a apărut presupunerea că a apărut necesitatea protejării ovulelor. Această protecție s-a făcut prin solzi interseminali specifici, care n-au oferit însă o protecție eficientă a carpelelor, fiecare fiind redusă la un singur ovul peduncular (fig. 210). După unele ipoteze, aceasta ar fi fost cauza dispariției Bennettitalelor în decursul Cretacicului Inferior. Mult mai eficient s-a dovedit, în decursul evoluției, macanismul de protecție dezvoltat la angiosperme. La aceste plante, megasporofilele separate s-au inchis prin concreșterea pereților, apărând astfel carpelele. În acestea, ovulele tinere erau mult mai bine protejate față de insectele primitive primitive polenizatoare (de tipul gândacilor), dar și de insectele sugătoare ale epocilor mai târzii. Carpelele au protejat ulterior ovulele și împotriva altor factori exteriori de mediu și în special față de uscăciunea atmosferică.

Însemnătatea biologică a noii adaptări morfologice a angiospermelor, și anume carpelele, a dat posibilitatea acestor plante de a-și simplifica construcția ovulelor, a dimensiunilor lor, dar concomitent și de a mări numărul acestora. O dată cu apariția carpelelor s-a diferențiat stilodiul și apoi stigmatul, care au avut o mare însemnătate pentru evoluția mecanismelor polenizării. În cele din urmă, închiderea ovulelor în cavitatea carpelei a fost de mare însemnătate pentru perfecționarea mecanismelor de răspândire a semințelor.

În concluzie, floarea angiospermelor s-a dovedit un tip de strobil, calitativ nou, deosebit de cel al gimnospermelor, care s-a perfecționat continuu pe baza entomofiliei.

2. De la florile bisexuate la cele unisexuate

Angiospermele au derivat din gimnosperme foarte primitive, cu strobiluri bisexuate, cel mai probabil dintr-o grupă necunoscută nouă, intermediară între *Pteridospermales* și *Bennettitales*.

După cum se cunoaște însă, între angiospermele actuale există atât specii cu flori bisexuate (caracter plesiomorf) cât și specii cu flori unisexuate (caracter apomorf). Florile unisexuate au apărut din cele bisexuate, ca rezultat al unei dezvoltări regresive a microsporofilelor (staminelor) sau, în alte cazuri, ale megasporofilelor (carpelelor), după cum au dovedit numeroasele cercetări de fitopaleontologie, dar mai ales de morfologie și anatomie asupra angiospermelor actuale. Astfel, spre deosebire de strobilele Cordaitalelor, Cycadalelor sau Coniferalelor, care în mod primar sunt unisexuate, florile unisexuate ale angiospermelor actuale, de multe ori, conțin rudiment al celui de al doilea sex: staminodii (resturi ale microsporofilelor-staminelor) sau carpelodii (resturi ale megasporofilelor-carpelelor) și deci au caracter secundar. Astfel de rudimente pot fi identificate la specii de *Drimys, Sassafras*, în florile unor genuri de *Lindera* și *Sargentodoxa*, ale unor *Lardizabalaceae, Menispermaceae, Moraceae, Urticaceae, Fagaceae, Juglandaceae*, în florile unor specii din genurile *Platanus, Lychnis, Silene* etc.

Mai ales studiile aprofundate publicate de J. Parkin (1952, 1957) resping concepțiile acelor botaniști care susțin că primordială la angiosperme este floarea unisexuată, după cum a admis Wettstein în cunoscuta sa ipoteză (acum abandonată), a pseudantiei.

Dacă, totuși, s-ar admite această ipoteză, că florile bisexuate ar fi apărut din cele unisexuate, este inexplicabil că în procesul evoluției nu a apărut nici o floare bisexuată cu dispunerea inversă, a staminelor și carpelelor, în raport cu florile bisexuate actuale. Dispunerea constantă a carpelelor în centrul florii, iar la exterior staminele, este un argument categoric pentru originea monofiletică a angiospermelor ca întreg, în ciuda diversității extraordinare a acestora.

3. Dezvoltarea receptaculului (axa) florii

Se pot urmări câteva etape în dezvoltarea receptaculului florii angiospermelor. De la forma primitivă alungit-conică (de la unele *Magnoliales, Rosales, Ranales*) s-a ajuns la o scurtare și lărgire a sa în formă de disc, la o adâncitură în forma de farfurie și în cele din urmă la o adâncitură tot mai pronunțată în formă de cupă, până la cea de tub. La formarea acestor cupe sau tuburi ale florilor (hipantii) iau parte, adesea și bazele concrescute congenital ale sepalelor, petalelor și chiar ale staminelor, încât delimitarea acestora devine greu de făcut.

În aceste hipantii, carpelele, libere sau concrescute la ovare cenocarpe, rămân libere între ele și cu cupa (ex. la *Rosa, Prunus* ș.a.) sau concrescute cu cupa florii (ex. la *Pyrus, Malus* sau *Conium*). În aceste cazuri, sepalele, petalele și staminele apar prinse pe marginea cupei, în partea de sus a ovarelor.

În raport cu poziția componentelor florii, față de ovar sau ovare, se deosebesc flori hipogine (gineceu superior), perigine (gineceu semiinferior) și epigine (gineceu inferior) (fig. 222).

Cufundarea carpelelor, respectiv a ovarelor, în receptacul s-a realizat paralel și independent în toate subclasele angiospermelor. Trecerea succesivă de la poziția superior → semiinferior → inferior a poziției ovarelor, respectiv carpelelor, și concreșterea lor cu cupa florii (fig. 223) se consideră progresii în organizarea florii angiospermelor. Aceste gingașe părți (ovarele cu ovulele) în stadiul de floare, prin cufundare în receptacul, sunt mai bine protejate față de vizitatorii florilor, care ar putea să le vătămeze sau să le consume.

Alte schimbări ale receptaculului se referă la alungirea secundară a internodiilor dintre verticilele separate ale florii, în urma cărora ovarul se ridică pe un piciorуș numit ginofor (de ex. la unele *Brassicaceae, Caryophyllaceae, Arachis hypogea* ș.a.) sau androginofor (ca la *Passifloraceae*).

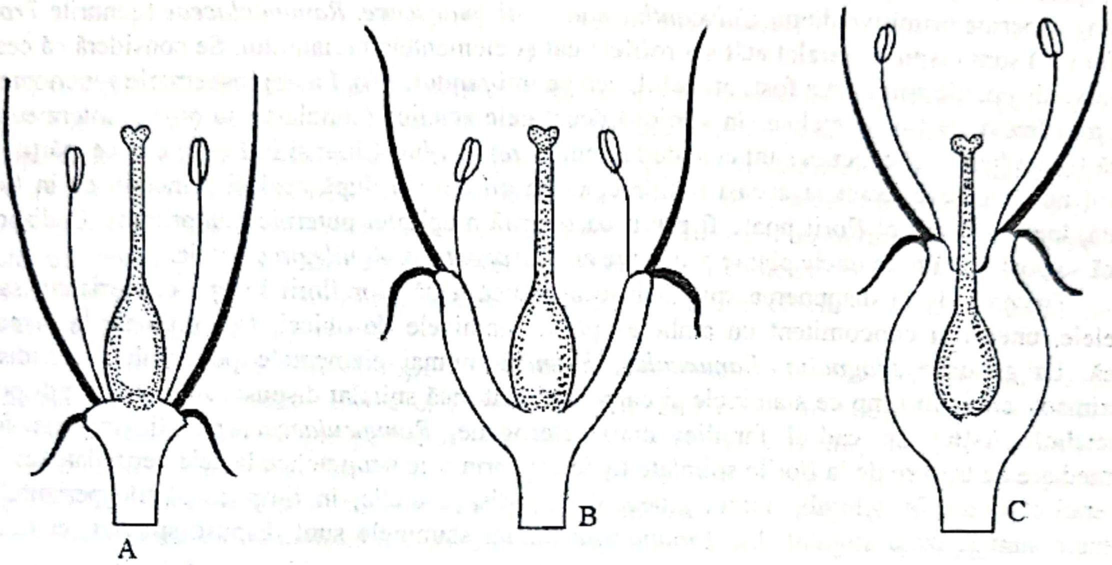


Fig. 222. Tipuri de flori: A - flori hipogine; B – flori perigine; C – flori epigine (după Hickey et King)

Importanță biologică au și divizările receptaculului în porțiuni care secretă nectar. Acestea se pot afla ca glande care secretă nectar (la *Brassicaceae*) sau ca discuri inelare între ovar și stamine la *Rutaceae, Aceraceae* (intrastaminal) sau în afara locului de inserție al staminelor (extrastaminal).

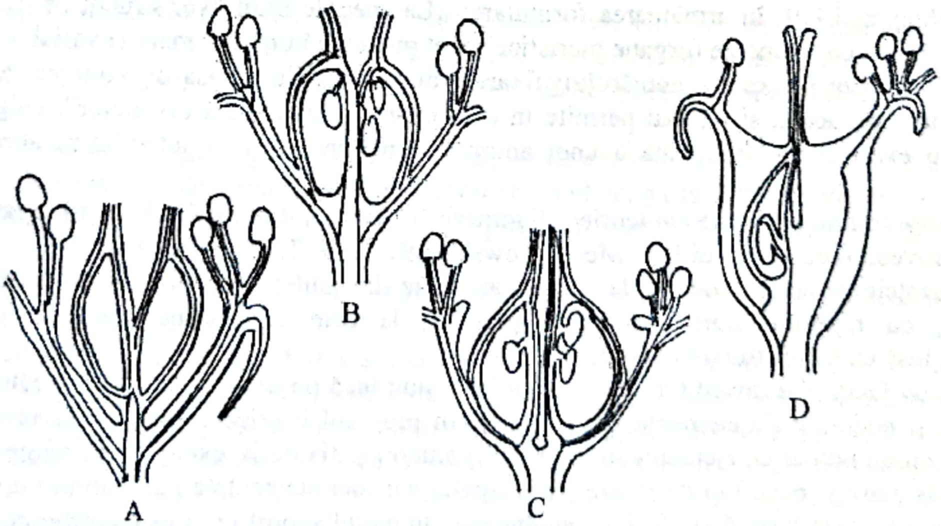


Fig. 223. Stadii succesive ale aderării (lipirii în creștere) tubului floral (receptacul) la gineceu și respectiv a trecerii de la gineceu superior la gineceu inferior, la un șir de genuri înrudite: A - *Physocarpus opulifolius* – sepalele, petalele și staminele sunt concrescute cu tubul floral, însă acesta este liber, neconcrescut cu carpelele; B – *Sorbaria sorbifolia* – tubul floral aderă la baza gineceului; C – *Spiraea vanhouttei* – tubul floral concrește cu gineceul până la mijlocul ovarului; D – *Malus pumila* - tubul floral a aderat pe toată lungimea ovarului, în care câteva fascicule conducătoare ale sale sunt unite cu fasciculele dorsale ale carpelei (după Takhtajan)

4. De la dispoziția aciclică (spiralată) la cea ciclică (verticilată) a componentelor florii

La florile primitive axa florii este mai lungă, în timp ce la florile evoluate aceasta se caracterizează prin internodii puternic scurtate şi prin creştere în lungime limitată. Axe florale lungi, cu internodii mai mari, se află la flori primitive, cum sunt cele de *Magnolia*, în special la *M. pterocarpa*, originară din Nepal şi Birmania Superioară. Această axă lungă este alcătuită numai din traheide (homoxilă), lipsindu-i traheile.

La florile cu axele florale lungi, elementele componente ale periantului şi sporofilele sunt, de regulă generală, dispuse spiralat (aciclic). De cele mai multe ori, însă, sunt dispuse spiralat pe axa lungă numai sporofilele, în timp ce elementele periantului, numeroase, sunt dispuse ciclic. Acest aspect se evidențiază la florile de la *Magnolia*, cu periant din 6-18 tepale dispus ciclic, iar microsporofilele şi megasporofilele în număr nedefinit, sunt dispuse spiralat pe axa florală lungă. La alte angiosperme primitive dintre *Calycanthaceae, Schizandraceae, Ranunculaceae* (genurile *Trollius, Caltha* ş.a.) sunt dispuse spiralat atât sporofilele cât şi elementele periantului. Se consideră că cea mai primitivă dispoziție spiralată a fost, probabil, cea pe trei rânduri (⅓). La angiospermele superioare sunt mult mai frecvente florile ciclice (în verticil) decât cele aciclice (spiralate). O poziție intermediară o ocupă florile hemiciclice, cum sunt cele de la genul *Ranunculus*. Chiar şi în florile ciclice, părțile unui verticil nu se găsesc exact la aceaşi înălțime, ci se ordonează după acelaşi principiu ca în floarea spirală, încât un cerc al florii poate fi privit ca o spiră a spiralei puternic comprimată. O dispoziție ciclică se poate întâlni la unele plante primitive ca *Tetracentron, Aquilegia* şi altele.

Trecerea de la dispunerea spirală la cea ciclică a părților florii începe cu periantul sau cu carpelele, uneori şi concomitent cu ambele părți. Staminele de obicei, trec ultimele la dispoziția ciclică. La genurile *Magnolia, Ranunculus, Eranthis* numai elementele periantului sunt dispuse aproximativ ciclic în timp ce staminele şi carpelele sunt încă spiralat dispuse. Aceasta este dispoziția hemiciclică. Astfel, în cadrul familiei mari, eterogene, *Ranunculaceae*, pot fi urmărite forme intermediare de trecere de la florile spiralate (aciclice) prin cele hemiciclice la cele verticilate (ciclice). La genul *Illicium*, în schimb, numai gineceul este dispus ciclic, în timp ce părțile periantului şi staminele sunt aşezate spiralat. La *Annonaceae* numai staminele sunt dispuse spiralat, în timp ce elementele periantului şi carpelele sunt aşezate ciclic.

5. De la florile polimere non-spiralate la cele oligomere

În cursul evoluției florii se poate urmări o pronunțată micşorare a numărului părților cu acelaşi nume, proces numit oligomerizare. Principiul oligomerizării sau „legea numărului structurilor de acelaşi fel (similare)" a fost enunțat mai întâi pentru regnul animal de către A. Remane, 1952 (citat după A. Takhtajan, 1959) în următoarea formulare: „La speciile primitive, structurile de acelaşi fel, din multe elemente componente (organe meristice) sunt prezente în număr mare şi variabil, în decursul evoluției are loc apoi o fixare a numărului; fixarea nu este absolută, însă dezvoltarea în continuare duce numai la o reducere, şi nu mai permite în continuare o înmulțire a organelor". Oligomerizarea conduce la o exercitare simplificată a unei anumite funcțiuni, fără ca intensitatea acesteia să fie micşorată.

Principiile fundamentale ale teoriei oligomerizării sunt cu totul aplicabile şi în regnul vegetal, aşa cum au dovedit cercetările lui K.S. Mereshkowski (1910), W. Troll (1927) ş.a.

Tendințele evolutive conduc de le flori alcătuite din multe elemente componente (polimere) nonspiralate, cu raporturi numerice foarte plastice, la cele din puține elemente componente (oligomere), însă cu o construcție în grad înalt fixată.

Este un lucru clar dovedit că florile primitive sunt încă polimere, adică sunt alcătuite dintr-un număr mare şi nedefinit de elemente nonspiralate. În procesul istorico-evolutiv, din acestea au luat naştere flori cu un număr de elemente mai mic (oligomere) şi fixat. De exemplu, la *Magnoliaceae* se află un număr mare şi nedefinit de stamine şi carpele, dar nici elementele periantului nu sunt într-un număr fixat, ci variază între 6 şi 18. La *Annonaceae*, numărul sporofilelor este considerabil mai mic dar şi numărul părților periantului este deja complet determinat.

Urmărind în continuare evoluția florii angiospermelor se evidențiază o crescândă oligomerizare a componentelor acesteia şi corelat cu aceasta, o fixare numerică a părților acesteia. Angiospermele, care stau mai sus pe treptele evoluției filogenetice, cum sunt *Lamiales, Ligustrales, Solanales, Rubiales, Asterales* ş.a. se caracterizează printr-o considerabilă oligomerizare a elementelor florii ca şi printr-o riguroasă fixare a verticilelor şi a numărului elementelor fiecărui cerc.

Dispoziția verticilată (ciclică) a componentelor florii domină la majoritatea angiospermelor și reprezintă o progresie fașă de dispoziția spirociclică sau hemiciclică. Astfel, se favorizează separarea organelor florilor dispuse pe cercuri concentrice și fixarea lor numerică la 4, 5 rareori 3 sau 2 la dicotiledonatae și, de regulă generală, 3 la monocotiledonate.

Această tendință generală, a oligomerizării crescânde, rareori este întreruptă de o polimerizare secundară, cum se observă, de exemplu, la *Aizoaceae*, *Cactaceae* ș.a.

Florile cu un număr de elemente mic și definit sunt mai puternic integrate decât florile primitive de tipul magnoliilor. Integrarea structurală este însoțită de o integrare a funcțiilor, încât unitatea morfofiziologică a florii crește în procesul evoluției. Cu aceasta, viteza de dezvoltare a florii și fructului devine mai mare, ceea ce sporește caracterul adaptativ al acestor plante în ținuturile cu diferențe climatice sezoniere pronunțate.

6. Apariția și evoluția periantului

De regulă generală, florile angiospermelor sunt înzestrate cu un înveliș al florii - periant - care înconjoară și protejază părțile reproducătoare, neajunse la maturare, față de vizitatorii florilor. Dintre gimnospermele dispărute numai *Bennettitales* posedau un înveliș al strobilului. Între gimnospermele actuale un înveliș al florilor se poate evidenția numai la *Chlamydospermae* (*Ephedra, Welwitschia* și *Gnetum*), probabil urmași ai *Bennettitalae*- lor. La toate celelalte gimnosperme actuale „florile" nu prezintă un înveliș floral. Prin urmare învelișul floral este caracteristic pentru spermatofitele entomofile (*Bennettitales* și angiosperme), evidențiindu-se astfel corelația dintre entomofilie și prezența unui înveliș al florii (periant).

La *Bennettitales* și *Chlamydospermidae* strobilurile posedau un învelis „simplu", a cărui proveniență din frunze metamorfozate este neîndoielnică. Din punct de vedere morfologic acesta corespunde caliciului florii angiospermelor. La majoritatea angiospermelor, inclusiv „tipurile" lor primitive, se află un înveliș al florii „dublu", alcătuit din caliciu și corolă. Apariția acestui tip de înveliș floral este foarte greu de explicat în raport cu apariția învelișului strobilului gimnospermelor.

Varietatea mare a periantului la angiosperme poate fi grupată în următoarele tipuri:

1. Periantul homoiochlamideic sau perigonul alcătuit din elemente la fel conformate și colorate, denumite tepale. Acestea pot fi mai multe sau mai puține, dispuse spiralat sau verticilat (pe două sau mai multe verticile). Acesta este perigonul multiplu și poate fi alcătuit din tepale colorate, corolinice (ca la *Magnolia, Iridaceae, Liliaceae, Amaryllidaceae* ș.a.) sau neînsemnate, verzui, ca la *Acorus*. În fig. 224-B este prezentată o floare cu perigon alcătuit din două verticile de tepale corolinice.

2. Periantul heterochlamideic este alcătuit din elemente diferit alcătuite și formează caliciul (format din sepale, de regulă generală, verzi) și corola (din petale viu și variat colorate) (fig. 224-A).

3. Periantul haplochlamideic (monochlamideic) cu numai un verticil de elemente și poartă numele de perigon simplu, ca de exemplu la *Urtica, Beta*, unele *Caryophyllaceae* (*Scleranthus, Paronychia* ș.a.).

4. Periantul apochlamideic (periantul dispărut), ca de exemplu la *Carpinus, Salix* ș.a.

Forma primordială de periant este cel homoiochlamideic, alcătuit din numeroase tepale libere și dispuse spiralat, la exterior de tipul bracteilor, iar spre interior treptat multicolore și corolinice, mari și viu colorate (ca la *Magnolia*).

Dezvoltarea unui astfel de periant „primar", din transformarea succesivă a bracteilor, se poate exemplifica la *Helleborus*.

Din periantul homeochlamideic s-a ajuns, în decursul dezvoltării istorice, la periantul dublu (heterochlamideic) în două moduri: prin diferențiere în cadrul unui perigon multiplu (ca la *Magnoliales*) a sepalelor și petalelor sau, mult mai frecvent, prin formarea petalelor din stamine. Pentru această din urmă cale de formare a periantului dublu, ca argumente se pot aduce situațiile de la genurile *Rosa* și la *Nympheaceae*, la care sepalele rămân nemodificate în timp ce se pot urmări toate tranzițiile între stamine și petale.

De asemenea, în cadrul fam. *Ranunculaceae* se pot urmări unele tranziții de la stamine la petale. Astfel, la genul *Caltha* se află un perigon petaloid și numeroase stamine. La *Ranunculus* perigonul este sepaloid, însă prezintă și petale care au provenit din nectarii ca la *Trollius*. Dovada este faptul că petalele au la baza lor glande cu nectar acoperite de un solz. Genul *Adonis*, în schimb, are sepale și petale tipice.

Florile haplochlamideice și apochlamideice au luat naștere cu mult timp în urmă, prin simplificări și micșorări ale florilor: direct, din tipuri de flori homoclamideice polimere și dispuse spiralat (ca de exemplu la *Piperaceae*, *Tetracentraceae*, *Trochodendraceae* ș.a.); indirect, de la cele cu periant heterochlamideic, prin dispariția totală sau parțială a periantului (de ex. la *Euphorbia*, *Fraxinus excelsior* ș.a.).

Simplificarea secundară a periantului caracterizează florile anemofile, datorate dispariției polenizării prin insecte. La astfel de flori, un înveliș al florii nu numai că nu este necesar, dar chiar ar împiedica polenizarea prin intermediul vântului.

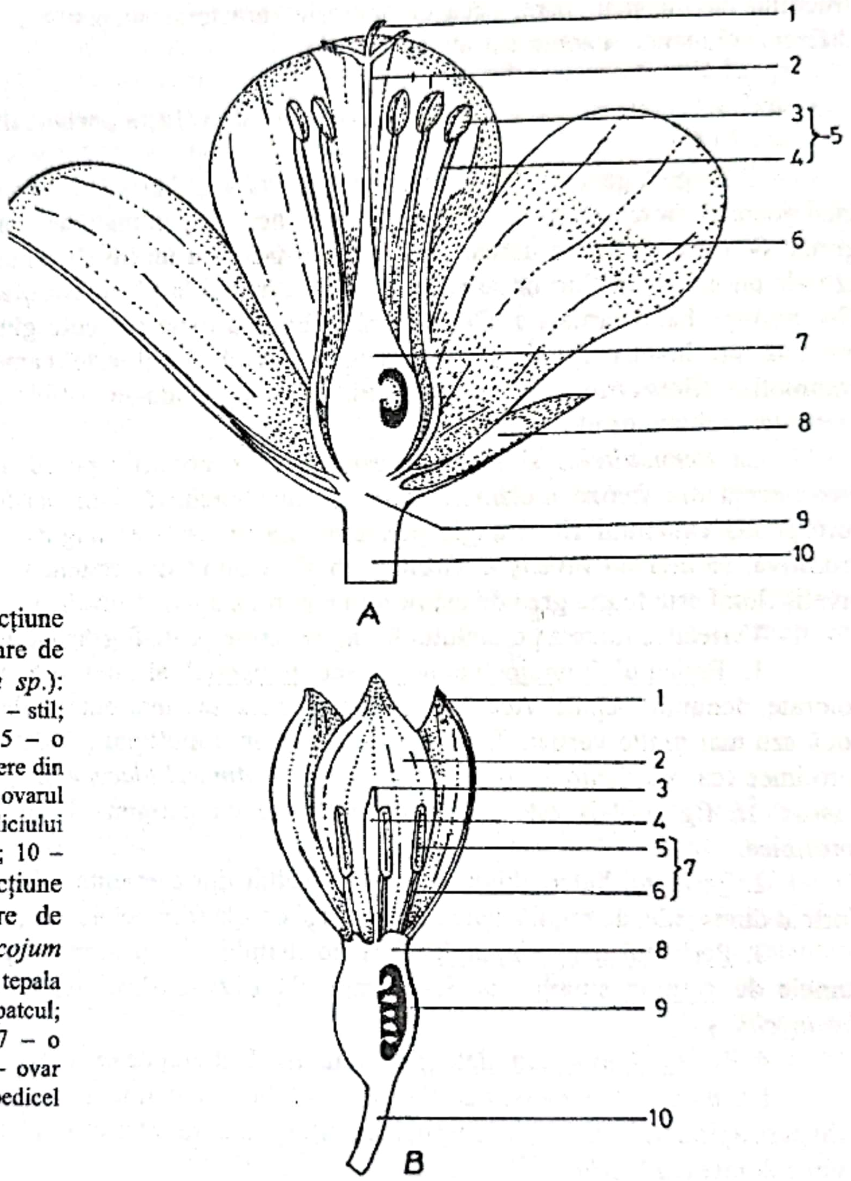


Fig. 224. A – Secțiune longitudinală printr-o floare de dicotiledonate (*Geranium sp.*): 1 – stigmat cu trei ramuri; 2 – stil; 3 – anteră; 4 – filament; 5 – o stamină liberă; 6 – petale libere din corola choripetală; 7 – ovarul gineceului; 8 – o sepală a caliciului chorisepal; 9 – receptaculul; 10 – pedicelul florii. B – Secțiune longitudinală într-o floare de monocotiledonate (*Leucojum sp.*): 1 – tepala externă; 2 – tepala internă; 3 – stigmat; 4 – recepatcul; 5 – antera; 6 – filament; 7 – o stamină; 8 – receptacul; 9 – ovar inferior cu ovule; 10 – pedicel (după Hickey et King)

Importanță sistematică prezintă și estivația sau preflorația, adică modul de dispunere a elementelor periantului în stadiul de mugure. Pornind de la dispoziția spiralată (de exemplu corola, respectiv nectariile de la *Nuphar*) se trece la dispoziția verticilată, care, în mugure prezintă următoarele variante:

- imbricată – înseamnă acoperire reciprocă parțială a elementelor periantului ca țiglele pe casă (exemplu caliciul la *Rosa*, corola la *Sedum* ș.a.).
- contortă – adică răsucit, înfășurat, îndoit spre interior cum sunt petalele la *Malva*, *Nerium*, *Gentiana*.
- ascendentă – cum este corola de la *Caesalpiniaceae*, adică petalele se acoperă succesiv de jos în sus: carena (cea mai mare) acoperă aripioarele și acestea vexilul, care este cel mai mic.

- descendentă – adică petalele se acoperă succesiv de sus în jos, cum este corola de la *Papilionaceae*. Vexilul (petala cea mai mare) acoperă aripioarele și acestea carena (cea mai mică).
- valvată – cum este corola de la *Mimosaceae*, unde petalele se ating numai pe margine.
- apertă (deschisă) – periantul la *Acer, Rhamnaceae*, când petalele nu se acoperă și nici nu se ating.

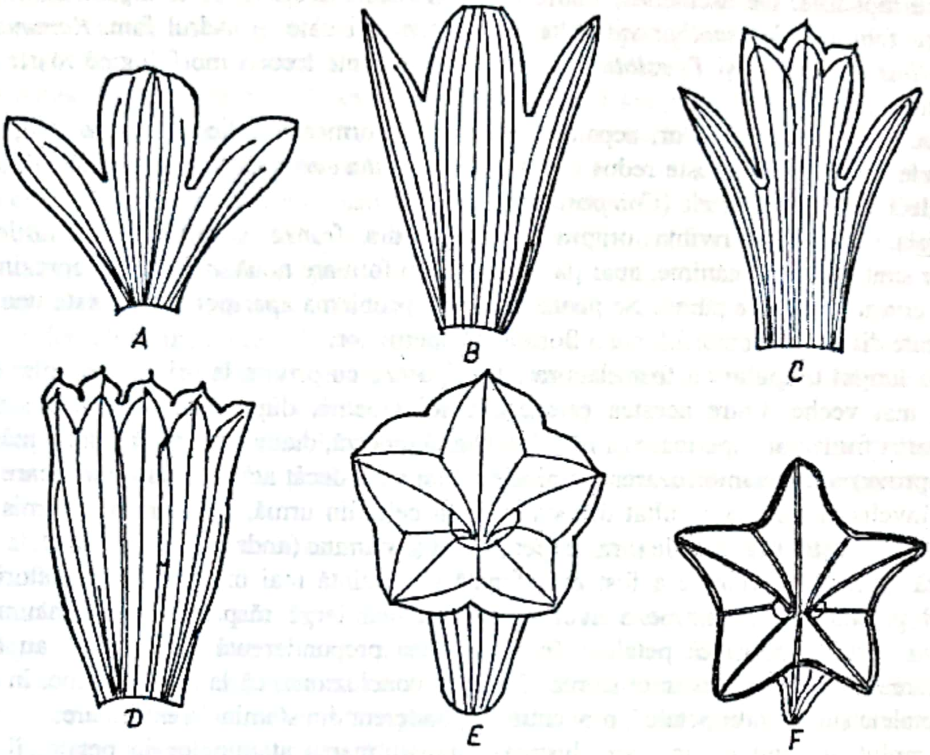


Fig. 225. Diferite stadii de concreștere a fasciculelor de conducere laterale cu caliciul gamosepal de la labiate: A – *Salvia dracocephaloides* Boiss.; B – *S. viridis* L.; C – *Dracocephalum multicaule* Montb. et Auch.; D – *Eremostachys laciniata* (L.) Bge.; E – *E. moluccelloides* Bge.; F – *Lagochillus bungei* Benth. (după Takhtajan)

Caliciul. După toate probabilitățile, angiospermele au moștenit caliciul de la predecesorii lor gimnospermi. Caliciul este alcătuit din sepale verzi. Sepalele îndeplinesc o dublă funcție: organe de protecție ale părților mai sensibile, interne, ale florii, mai ales în faza de mugure, și organe suplimentare ale fotosintezei. Nu rareori, însă, sepalele au rol de a face florile mai frapante, cu rol de ademenire optică a insectelor, de a asigura o protecție mecanică a petalelor, a fructelor în dezvoltarea lor, dar și de răspândire a acestora etc. Uneori, sepalele preiau funcția petalelor și devin asemănătoare acestora (de exemplu la *Ribes sp.* (*Grossulariaceae*), unele *Ranunculaceae* ș.a.

Ideea că sepalele au rezultat din metamorfozarea frunzelor este, în general, recunoscută în morfologia plantelor de astăzi. Astfel, W. Troll (1957), unul dintre cei mai importanți morfologi ai plantelor din secolul 20, afirma: „sepalele nu sunt altceva decât frunze superioare (hipsofile) incluse în ansamblul florii".

Că sepalele au rezultat din frunze este clar de recunoscut atât din morfologia lor dar și din alcătuirea lor anatomică. Din cercetarea sistemului conducător, făcând abstracție de puține excepții, sepalele corespund cu frunzele vegetative în privința urmelor foliare. Astfel, la *Ranunculaceae*, sepalele, ca și frunzele, posedă trei urme foliare, în timp ce petalele și staminele posedă numai o urmă foliară. Aceste date de anatomie a sistemului conducător confirmă originea sepalelor din frunze vegetative, probabil din stadiile timpurii de dezvoltare ale hipsofilelor, când acestea nu erau diferențiate în pețiol și lamină.

Prin studierea filotaxiei s-a dovedit că spirala sepalelor, la florile terminale, este continuarea nemijlocită a spiralei frunzelor vegetative, iar spirala caliciului florilor laterale este continuarea spiralei protofilelor (Plantefol, 1949). Pentru confirmarea acestui punct de vedere, Velenovsky (1990) a dat exemplu *Camellia* și alte dicotiledonate, la care sepalele aparțin aceleiași spirale generatoare ca și numeroasele frunze superioare (hipsofile), dispuse printre ele.

Legătura strânsă a sepalelor cu hipsofilele se poate evidenția și la *Paeonia* (Bujor), la care au făcut trimitere numeroși autori.

Pe lângă faptul că spirala caliciului reprezintă o prelungire a spiralei frunzelor, există și numeroase exemple de treceri treptate de la frunzele vegetative spre sepale. Bine pronunțate, aceste treceri se observă la reprezentanții primitivi ai genului *Paeonia* (*P. suffruticosa, P. delavayi, P. lutea* și *P. potaninii*). Astfel, la *P. delavayi* sub caliciu se află o coroană particulară, alcătuită din opt până la douăsprezece hipsofile. De asemenea, foarte expresive sunt trecerile de la hipsofile la sepale și la reprezentanții familiei *Calycanthaceae*. Alte exemple pot fi date în cadrul fam. *Ranunculaceae*, la speciile *Trollius europaeus* și *T. asiaticus*, unde sunt prezente treceri morfologice foarte interesante între hipsofile și sepale.

În cursul evoluției florilor, sepalele concresc și formează caliciul sinsepal (fig. 225-E). În inflorescențele dense, caliciul este redus (*Umbelliferae, Vitaceae* ş.a.) sau se transformă în aparat de zbor cu rol de a împrăștia fructele (*Compositae* ş.a.).

Corola. Dacă în privința originii sepalelor din frunze superioare (hipsofile), părerile morfologilor sunt aproape unanime, apariția corolei, ca o formare nouă, deosebită, reprezintă obiect al diferențelor considerabile de păreri. Se poate spune că, problema apariției corolei este una dintre cele mai complicate din întreaga morfologie a florii angiospermelor.

De-a lungul timpului au fost elaborate trei ipoteze cu privire la originea corolei (Takhtajan, 1959). Cea mai veche dintre acestea este cea a lui Goethe, după care petalele au rezultat din metamorfozarea frunzelor superioare (hipsofile). O altă ipoteză, diametral opusă celei dintâi este aceea că, petalele provin din metamorfozarea staminelor. Mai mult decât atât, au fost autori care au susținut că întregul înveliș al florii a rezultat din stamine. În cele din urmă, unii autori au emis părerea că petalele au originea atât în hipsofile (bracteopetale) cât și stamine (andropetale).

Dacă ipoteza lui Goethe a fost abandonată și prezintă mai mult o valoare istorică, ipoteza provenienței petalelor din stamine a avut și are cea mai largă răspândire. Cei mai mulți autori contemporani susțin părerea că petalele, în majoritatea preponderentă a cazurilor, au rezultat din metamorfozarea staminelor, devenite sterile. Se poate concluziona, că la angiosperme, în majoritatea cazurilor, petalele sunt „andropetale", provenite preponderent din staminele exterioare.

Exemplul, devenit clasic, care ilustrează transformarea staminelor în petale, îl oferă fam. *Nymphaeaceae*, cu genurile *Nymphaea* și *Victoria*, la care se pot urmări tranziții treptate de la stamine la petale. De asemenea, proveniența petalelor din stamine este foarte clar exprimată la reprezentanții din familiile: *Cabombaceae, Ranunculaceae, Papaveraceae, Aizoaceae, Cactaceae, Caryophyllaceae* (*Stellaria, Cerastium* ş.a.), *Rosaceae, Tiliaceae, Alismataceae* ş.a.

La observațiile morfologice se adaugă cercetările de anatomie a sistemului conducător. Astfel, spre deosebire de sepale, petalele, ca și staminele, sunt prevăzute numai cu o urmă foliară și respectiv un sigur fascicul conducător, în timp ce sepalele, ca și frunzele, prezintă mai multe fascicule conducătoare. La genul *Trollius*, numeroasele cornete nectarifere (care se aseamănă cu sepalele) prezintă, la fel ca și staminele, numai o urmă foliară. Și la genul *Ranunculus* petalele se deosebesc de sepale tot prin numărul urmelor foliare. După mai mulți cercetători, anatomia vaselor conducătoare ale petalelor, la cele mai numeroase familii botanice, dovedește faptul că acestea au provenit din stamine devenite sterile.

Deosebirile între vascularizarea sepalelor și petalelor reprezintă, deseori, cel mai utilizat criteriu pentru analiza morfologică a învelișurilor „simple" ale florii. Astfel, la *Persea americana* s-a dovedit că așa-zisul înveliș „simplu" (alcătuit din 6 elemente) este alcătuit din trei sepale și trei petale.

S-a dovedit că nu numai staminele exterioare, ci, uneori, și cele interioare se transformă în petale, ca la unele familii primitive precum *Calycanthaceae*, dar și la genurile *Himantandra* și *Eupomatia* din ord. *Magnoliales*.

Există în unele familii botanice (*Rosaceae, Malvaceae* ş.a.) cazuri de transformări teratologice ale staminelor în petale, apărând așa-numitele flori involte (bătute), cu numeroase petale și puține stamine sau acestea lipsesc în totalitate.

S-a dovedit că în decursul dezvoltării istorico-evolutive a angiospermelor, petalele au apărut în stadii timpurii de dezvoltare ontogenetică a staminelor, când dezvoltarea microsporangilor (sacilor polinici) abia începea, abătându-se astfel de la dezvoltarea lor normală. Morfologic, lamina petalelor corespunde cu conectivul staminelor.

La început învelișurile florii au fost libere și de la ele au derivat cele concrescute: chorisepale → sinsepale; choripetale → simpetale.

La corola simpetală se poate deosebi un tub bazal, în care petalele sunt concrescute între ele, şi o margine superioară, cu vârfuri libere ale petalelor. Concreşterea petalelor asigură o protecție mai bună a organelor de reproducere față de intemperii, de vizitatori nedoriți ai florilor dar şi o coordonare spațială şi o poziționare spațială a organelor florii față de vizitatori (aterizare a acestora, accesul la nectar, atingerea staminelor şi stigmatelor etc.).

Importante pentru biologia florilor sunt şi transformări ale sepalelor în petale, ca la *Polygala, Impatiens, Ribes* ş.a.; diferențierea petalelor în două labii (superior şi inferior) la Labiatae; formarea de petale cu pinteni în care se află glandele cu nectar (de ex. la *Aquilegia, Corydalis, Viola* ş.a.); pinteni fără nectar la *Orchis* ş.a.; corole secundare la *Narcissus, Silenoideae* ş.a.

La puţine familii primitive de angiosperme, cum sunt *Magnoliaceae*- le, *Calycanthaceae*- le, *Schizandraceae*- le, la genurile *Nelumbo, Paeonia, Illicium*, petalele sunt strâns legate morfologic cu sepalele, încât sunt îndoieli serioase asupra provenienței lor din stamine. Vascularizarea tuturor părților învelişului florii este mai mult sau mai puţin de acelaşi fel. După părerea lui Ozenda (1949), elementele periantului la familiile mai sus amintite au provenit din frunze. Deoarece, chiar în cadrul aceleiaşi familii – *Magnoliaceae* – sepalele şi petalele pot fi foarte asemănătoare la foarte puține specii din subgenul *Gwillimia* (superior), în schimb la subgenul *Magnoliastrum* (primitiv) sepalele şi petalele sunt deosebite între ele atât ca formă, mărime şi culoare. De aceea, excepția de la genul *Gwillimia* dar şi la puţine alte angiosperme, considerată ca fenomen secundar, nu infirmă regula, adică deosebirile morfologice şi anatomice dintre sepale şi petale.

Rolul petalelor. Ele servesc la ademenirea optică şi olfactivă a insectelor polenizatoare. În florile multor angiosperme, forma petalelor cât şi culoarea lor este adaptată la complicatul mecanism al polenizării încrucişate.

Petalele servesc la protecția anterelor staminelor şi stigmatului gineceului, elementele cele mai sensibile din floare.

Petalele pot concreşte prin marginile lor, la fel ca şi sepalele. Tendința de concreştere se poate observa, deja, la unele ordine inferioare de angiosperme, cum ar fi *Rosales, Caryophyllales, Geraniales* ş.a. La ordine superioare, ca *Rubiales, Scrophulariaceae, Lamiales, Campanulales, Asterales* ş.a., concreşterea petalelor este regulă generală, formându-se un tub al corolei, pe care se inseră staminele prin filamentele lor (fig. 227).

Există şi angiosperme la care petalele se reduc treptat sau se atrofiază, ceea ce reprezintă o adaptare la polenizarea prin intermediul vântului sau chiar la autopolenizare (la florile cleistogame). Uneori funcțiile acestor petale reduse sunt preluate de către stamine.

7. Evoluția microsporofilelor şi a androceului

Androceul reprezintă partea bărbătească a florii, alcătuit din totalitatea staminelor.

Staminele angiospermelor au rezultat prin reducerea şi simplificarea primitivelor microsporofile ale predecesorilor lor gimnospermi (progimnosperme). La angiospermele cele mai evoluate, staminele sunt atât de mult transformate şi progresate pe calea specializării încât, natura lor de filom (organ frunză) a fost contestată.

De aceea, cu privire la originea istorico-evolutivă a staminelor, s-au conturat câteva ipoteze.

Ipoteza telomilor, după care staminele sunt derivate din sistemul primitiv de ramificare al psilofitelor. După părerea unor autori ca Wilson (1937, 1942); Bertrand (1947), Crecetovici (1952) ş.a. (citați după Takhtajan, 1959), staminele, ca şi carpelele, au luat naştere ca rezultat al reducerii şi concreşterii, din ultimele ramificații dichotomice, terminate cu sporangii, ale psilofitelor primitive. Plecând de la acest punct de vedere, staminele n-au fost niciodată sporofile, deci n-au avut caractere de filom (organ frunză). Aceşti autori îşi susţineau concluziile în exclusivitate pe puternica specializare a androceelor unor ordine ca *Myrtales, Theales, Cistales, Malvales* ş.a. ignorând caracterul de filom pronunțat al staminelor multor angiosperme primitive ca *Magnoliales* ş.a.

Ipoteza filomului[*] este susținută de tot mai mulţi morfologi. Conform cu această ipoteză staminele au origine foliară. Ele au provenit, însă, nu din frunze sterile fotosintetizante ci din frunze fertile (cu spori) numite filomi fertili. Argumente puternice în favoarea acestei origini din filomi se află la un grup mare de angiosperme primitive din ord. *Magnoliales: Degeneria, Himantandra, Magnolia maingayi, Manglietia forrestii*, genul *Belliolum* (*Winteraceae*) ş.a. La aceste angiosperme primitive, staminele sunt încă plate, dorsiventrale, neîmpărțite în filament și conectiv, în vârf cu două perechi de microsporangii liniare, aproape cufundate în țesutul parenchimatic al plăcii. La genul *Degeneria*, microsporofilele au caracterul cel mai arhaic, late și la vârf rotunjite, foarte puțin asemănătoare cu staminele angiospermelor, care sunt diferențiate în filament, conectiv și anteră. Natura de sporofil a acestor stamine este neîndoielnică. Relativ primitive, microsporofile se află și la celelalte genuri, ca *Sarcandra, Schisandra, Austrobaileya* ș.a.

---

[*] Conform acestei ipoteze, staminele, ca şi carpelele angiospermelor primitive, se pot deduce cu uşurință ca provenind din metamorfozarea frunzelor fertile (cu spori).

La majoritatea preponderentă a angiospermelor, staminele sunt prevăzute cu un singur fascicul conducător care, de regulă generală, nu se ramifică. La câteva familii ca *Magnoliaceae, Degeneriaceae, Himantandraceae*, staminele au trei nervuri. Acestea sunt considerate tipul primitiv, iar cele cu o nervură, tip derivat, evoluat, întâlnit la majoritatea angiospermelor superioare. Staminele cu trei nervuri sunt rar întâlnite la angiosperme superioare (*Musaceae*, unele specii de *Bambusa* – *Gramineae*). Când se află trei fascicule, fasciculul mijlociu se desfășoară între ambele perechi de microsporangi și se ramifică dichotom în partea superioară. Chiar la unele familii primitive, ca *Magnoliaceae*, se constată o tendință de reducere a numărului nervurilor staminei de la trei la una. La *Austrobaileya* staminele exterioare funcționale sunt, de regulă generală, prevăzute cu două fascicule conducătoare, care se ramifică dichotomic de la baza microsporofilului, iar ramurile interioare se contopesc la vârf.

O altă ipoteză, foarte puțin acceptată, a fost elaborată de acei morfologi după care staminele sunt organe sui-generis, care n-au origine nici ca sporofile (filomi fertili) și nici ca telomi.

Alcătuirea staminelor. Stamina angiospermelor, de regulă generală, este alcătuită dintr-un filament (partea sterilă), conectivul și antera (partea fertilă).

Antera este formată din patru saci polinici (microsporangi). Astfel, ea corespunde unui microsporofil cu patru sporangi. Staminele cu doi sau mai mult de patru saci polinici sunt rare. Sacii polinici sunt concrescuți, mai mult s-au mai puțin puternic, doi câte doi, alcătuind două microsinangii, care sunt desemnate ca thece (jumătăți de anteră). Ambele thece (fig. 226) formează împreună antera staminei. La *Orchidaceae* ambele compartimente ale unu microsinangiu se unesc, mai devreme sau mai târziu, într-un singur compartiment.

La unele angiosperme primitive ca *Degeneria*, microsporangiile sunt apropiate dar neconcrescute, și separate între ele printr-un țesut parenchimatic steril, uneori destul de dezvoltat. În acest caz staminele nu sunt încă diferențiate în filament și conectiv.

În decursul evoluției, placa sporofilului (țesutul parenchimatic dintre microsinangii) devine din ce în ce mai îngustă și microsporangiile stau pe marginea îngustului sporofil. Dacă placa este redusă și mai mult, microsporangiile se contopesc într-o anteră cu patru compartimente, care este regula generală a alcătuirii staminei angiospermelor.

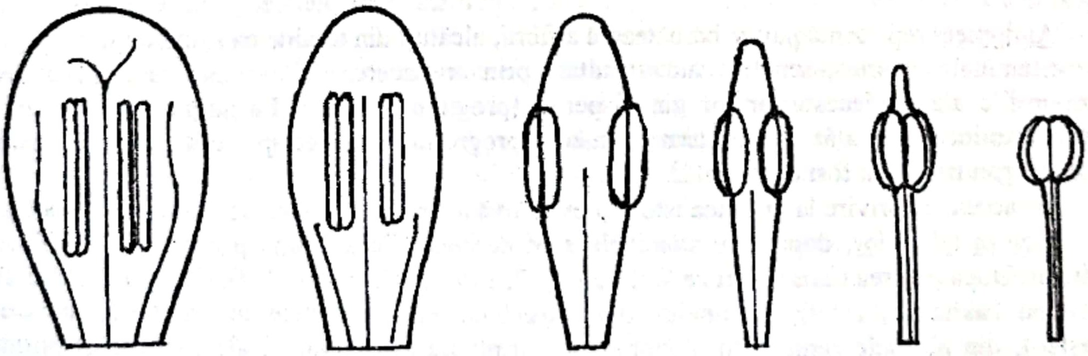


Fig. 226. Stadii de evoluție ale microsporofilului de la tipul primitiv *Degeneria* la un tip înalt specializat (din Takhtajan)

Microsporangiile celor mai multe angiosperme primitive sunt așezate pe fața interioară (adaxială) a sporofilului. Există însă și genuri primitive ca *Liriodendron, Degeneria, Himantandra*, la care microsporangiile stau pe fața exterioară (abaxială). Din analize comparative, asupra a numeroase angiosperme actuale, se poate trage concluzia că niciunul dintre cele două tipuri nu poate fi privit ca primar sau derivat.

La staminele filiforme ale angiospermelor evoluate, în decursul evoluției, anterele au putut să treacă ușor de la poziția abaxială (extrorsă) la cea adaxială (introrsă). La microsporofile în formă de panglică, de la angiospermele primitive, o astfel de mutare din poziția abaxială în cea adaxială este, practic, de neimaginat. Astfel, la *Magnolia* microsporangii sunt dispuşi constant adaxial, iar la *Degeneria* – abaxial şi se poate presupune că această dispunere a rezultat din poziţia marginală.

Se poate, deci, imagina că tipul de plecare a fost poziţia marginală a microsporangilor, chiar dacă această dispoziţie nu s-a păstrat la nici un reprezentant al angiospermelor actuale.

Din punct de vedere istorico-evolutiv, trecerea din poziţia marginală în poziţia laminală a microsporangilor s-a înfăptuit la *Bennetittales* şi a fost corelată cu o treptată reducere şi simplificare a microsporofilului, de la cel penat-lobat spre cel cu marginea întreagă.

Se poate trage concluzia că poziţia microsporangilor pe microsporofilele angiospermelor a fost iniţial marginală pe nişte microsporofile primitive penate. O dată cu scurtarea axului florii (sau a axului strobilului la predecesorii gimnospermi) şi cu crescânda compactitate a florii, trebuiau să se petreacă şi alte modificări structurale în floare, ca de exemplu scăderea considerabilă a dimensiunilor microsporofilelor.

Ca rezultat al reducerii şi simplificării, din microsporofilele penate de tip *Cycadeoidea* (dintre *Bennettitales*) au rezultat microsporofilele nedivizate de tip *Degeneria* (fig. 226). Paralel, cu reducerea şi simplificarea microsporofilelor a avut loc trecerea microsporangilor de la poziţia marginală la cea laminală, atât pe faţa abaxială cât şi pe cea adaxială. Poziţia abaxială (exterioară) oferă anumite avantaje biologice, explicându-se astfel larga răspândire a acestui tip la angiospermele actuale.

În decursul evoluţiei florii angiospermelor, microsporofilele plane, late, în formă de panglică, de la formele primitive, au trecut spre forme mai puternic specializate, diferenţiate în filament şi conectiv. S-au format astfel staminele înguste, cu microsporangiile dispuse marginal, dar, deoarece aceasta are caracter secundar, mai corect trebuie denumită dispoziţie pseudomarginală, pentru a o deosebi de cea primar marginală a primelor angiosperme.

În cursul evoluţiei în continuare, conectivul se reduce treptat, thecele se contopesc într-o anteră cu patru compartimente care, de regulă generală, este aşezată în vârful staminei. Rezultă, astfel, o poziţie de vârf secundară a anterei (fig. 226).

Dispoziţia staminelor. Poliandrie primară şi secundară. La angiospermele primitive, ca *Magnoliales*, androceul este alcătuit din numeroase stamine, fenomen numit poliandrie primară. Acestea sunt dispuse după o linie spirală (aciclic) pe un receptacul alungit, cilindric.

Faza următoare de evoluţie a fost oligomerizarea şi dispoziţia ciclică (verticilată)a staminelor pe un receptacul mult scurtat. Mai întâi au fost mai multe verticile cu număr definit de stamine. Evoluţia a mers în continuare spre reducerea verticilelor la două (diplostemonie) şi în cele din urmă un singur verticil (haplostemonie).

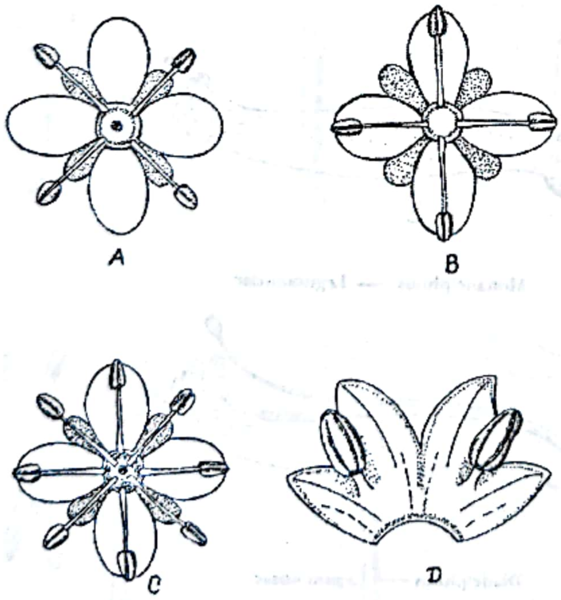


Fig. 227. Tipuri de androceu: A – haplostemon cu stamine episepale; B – haplostemon cu stamine epipetale; C – obdiplostemon; D – haplostemon cu staminele fixate pe tubul corolei simpetale (după Hickey et King)

Androceul cu un verticil (fig. 228 A, B) a rezultat din cel cu două verticile, prin reducerea ciclului interior sau mai rar, a celui exterior. Verticilul de stamine redus se găseşte deseori în floare sub formă de staminodii sau nectarii, sterile, fără antere.

Referitor la dispoziţia verticilată, este de semnalat faptul că cercul cel mai extern (de jos) de stamine este aşezat în faţa sepalelor (episepal), în timp ce cel mai din interior (de sus) este dispus în faţa petalelor (epipetal). Prin deplasări ulterioare de creştere în timpul dezvoltării florii, staminele epipetale, formate mai târziu, se dezvoltă mai spre exterior şi devin episepale în raport cu cele episepale, care au apărut primele şi devin epipetale. În acest caz androceul se numeşte obdiplostemon (fig. 227-C).

Când numărul de stamine dintr-o floare creşte în mod secundar se vorbeşte de poliandrie secundară. Aceasta se realizează în moduri diferite. Astfel, în decursul dezvoltării ontogenetice, primordiile (meristemele) staminelor se pot despica succesiv şi se formează mănunchiuri de stamine, în număr de trei sau cinci, ca la *Theales*, sau primordiile sunt de la început înmulţite.

Alteori, primordiile suplimentare devin active și generează noi stamine (ca de ex. la *Rosaceae* cu receptaculul concav).

În procesul evoluției s-a schimbat nu numai numărul și dispoziția staminelor ci s-a modificat și succesiunea dezvoltării lor.

Tipul de dezvoltare primar, cel mai primitiv și cel mai larg răspândit, este succesiunea centripetală (acropetală), adică apariția în succesiune normală de la exterior (învelișul florii) spre interior (centrul florii). Acest tip de dezvoltare este caracteristic pentru toate monocotiledonatele, dar se întâlnește și la familii mai primitive dintre dicotiledonate ca *Magnoliaceae, Annonaceae, Lauraceae, Nymphaeaceae, Rosaceae* ș.a.

Din tipul centripetal a derivat tipul centifugal, când alături de androceul normal apar noi primordii și respectiv stamine, de la interior spre exterior, prin fenomenul poliandriei secundare (la *Violales, Cactaceae, Aizoaceae, Tiliaceae, Malvaceae* ș.a.). Uneori nu este clar stabilit dacă mărirea numărului de stamine este legată de poliandria secundară sau de cea primară (de ex. la *Paeoniaceae*).

Înmulțirea secundară a numărului de stamine este legată de o schimbare a funcțiilor, de la flori simplificate și polenizate prin intermediul vântului, la flori complexe polenizate prin insecte.

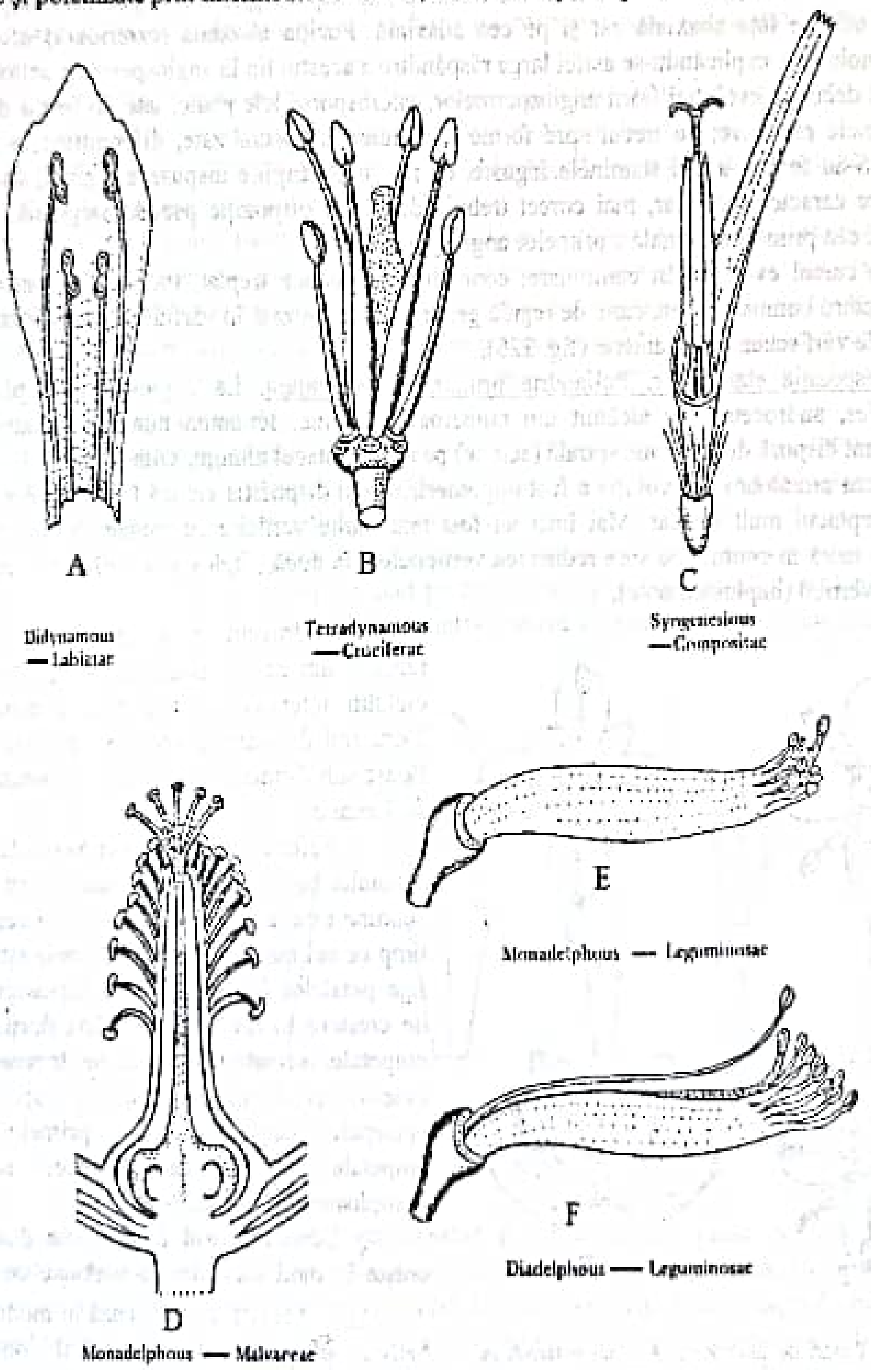

A
Didynamous — Labiatae
B
Tetradynamous — Cruciferae
C
Syngenesious — Compositae
E
Monadelphous — Leguminosae
D
Monadelphous — Malvaceae
F
Diadelphous — Leguminosae

Fig. 228. Alte tipuri de androceu: A – Didinam (*Lamiaceae*); B – Tetradinam (*Brassicaceae* = *Cruciferae*); C – Sinanteric (*Asteraceae* = *Compositae*); D – Monadelf (*Malvaceae*); E – Monadelf (*Papilionaceae* = *Leguminosae* s. str.); F – Diadelf (*Papilionaceae* = *Leguminosae* s. str.) (după Hickey et King)

Concreşterea staminelor. În decursul evoluţiei androceului are loc concreşterea staminelor, atât între ele cât şi cu alte părţi ale florii (învelişul floral sau carpelele).

Staminele pot concreşte cu perigonul ca la *Convallaria majalis*, *Polygonatum* ş.a. sau cu corola la numeroasele flori simpetale. Pot concreşte, de asemenea, cu gineceul la orchidacee şi asclepiadacee, alcătuind ginostemiul (ginostegiul).

Staminele pot concreşte între ele prin filamente şi antere. Prin filamente, concreşterea poate fi într-un mănunchi (monadelf) (fig. 228. D-E), ca la *Malvaceae* sau la unele *Papilionaceae*, sau două mănunchiuri (diadelf) (fig. 228-F) la unele *Papilionaceae* ş.a. Când se formează mai multe mănunchiuri de stamine ca la *Hypericum* (Sunătoare) androceul se numeşte poliadelf. Concreşterea staminelor prin anterele lor poartă numele de sinanterie (fig. 228-C) şi se întâlneşte la *Asteraceae*.

Toate aceste concreşteri ale staminelor reprezintă rezultatul unei specializări şi adaptări pentru polenizarea entomofilă.

Staminele se pot reduce la stamine sterile (staminodii). Reducerea poate fi totală, cu transformarea lor în nectarii sau acestea devin petaloide (asemănătoare cu petalele) şi îndeplinesc funcţia de ademenire optică a insectelor.

În general, staminele separate sau androceul ca întreg au avut parte, în decursul evoluţiei angiospermelor, de cele mai variate transformări, dovedind astfel o înaltă plasticitate.

Dezvoltarea ontogenetică a staminelor trece prin câteva etape. Mai întâi, pe partea ventrală (adaxială) se formează o zonă meristematică transversală şi construcţia iniţială dobândeşte forma peltată (asemănătoare cu frunza peltată de *Tropaeolum majus*). Atât partea dorsală cât şi zona transversală cresc în înălţime şi formează, în zonele lor de margine, două grupe de saci polinici care sunt viitoarele thece. La angiospermele primordiale staminele poartă sacii cu polen mai mult sau mai puţin apical şi nu se distinge o împărţire distinctă a lor. Aceasta reprezintă caracterul primar (plesiomorf). Deplasarea sacilor polinici pe laturi (lateral), pe partea ventrală (introrș), pe cea dorsală (extrors), urmată de o aplatizare puternică şi în final împărţirea staminei într-o zonă a tijei (filamentul) şi antera propriu-zisă (cu cele două thece, ambele cu câte doi saci polinici), cu porţiunea ei mijlocie sterilă (conectivul) (fig. 229-A), sunt caractere apomorfe (derivate, de superioritate), care se întâlnesc la angiospermele evoluate. Inserţia şi variatele moduri de dehiscenţă a anterelor sunt prezentate în fig. 229.

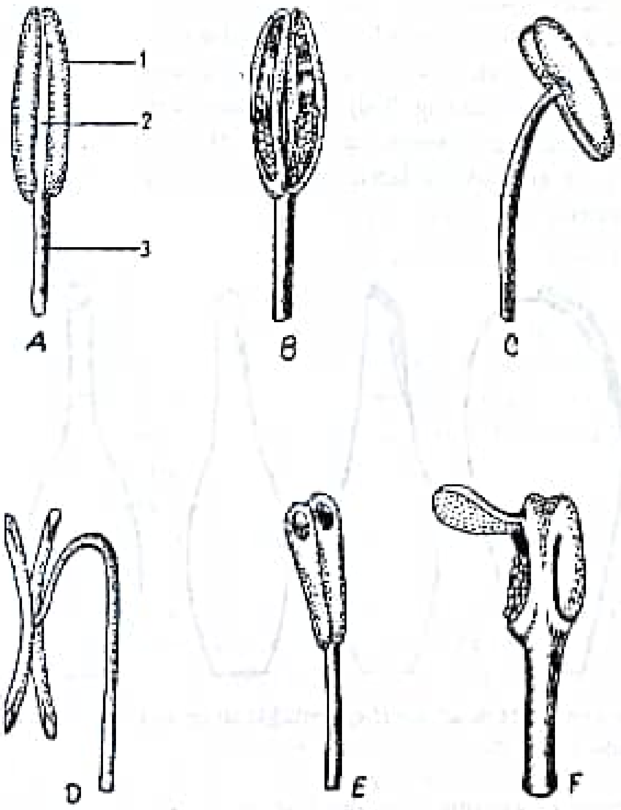


Fig. 229. Inserţia şi dehiscenţa anterelor: A – Anteră bazifixă (vedere dorsală): 1 – theca; 2 – conectiv; 3 – filament; B – Anteră bazifixă cu dehiscenţă longitudinală (vedere ventrală); C – Anteră dorsifixă; D – Anteră orizontală; E – Anteră cu dehiscenţă poricidă; F – Anteră cu dehiscenţă valvată (după Hickey et King)

Stamina tipică a angiospermelor corespunde unui microsporofil cu patru microsporangi, respectiv două sinangii bisporangiate. Stamine cu doi sau mai mult de patru saci polinici sunt rare.

8. Evoluţia megasporofilelor şi a gineceului

Apariţia carpelei

Gineceul reprezintă partea femeiască a florii, alcătuită din totalitatea carpelelor. Carpela este o structură asemănătoare unui vas închis, în care se dezvoltă ovule, are loc fertilizarea şi seminţele ajung la maturare.

Carpelele angiospermelor au rezultat, fără îndoială, din megasporofilele strămoşilor gimnospermi, deci, ca şi staminele, au caracter de filom. Ele sunt mai puternic transformate şi specializate, însă mai puţin plastice decât staminele.

Carpelele au suferit modificări foarte puternice prin reduceri, concreşteri, diferenţieri etc. mai mult decât celelalte părţi ale florii, încât natura morfologică a lor a fost mult timp disputată între morfologi.

Natura de filom a carpelelor este bine pronunţată la unele angiosperme primitive ca *Degeneria* şi unele *Winteraceae*. Cu cât o floare este de la o familie primordială cu atât carpelele se aseamănă mai mult cu frunzele. În decursul evoluţiei, carpelele au pierdut treptat caracterele de frunză şi au căpătat un număr din ce în ce mai mare de caractere specifice.

După cum au arătat cercetările lui Troll (1939), nu numai în conformaţia exterioară, ci şi în construcţia lor anatomică, megasporofilele primitive amintesc puternic de organe frunză (filomi). Un argument convingător, privind caracterul de filom al carpelelor, îl reprezintă vascularizaţia lor. Ca şi frunzele, carpelele sunt prevăzute cu o urmă foliară, cu trei, cinci sau, mai rar, cu mai multe urme ale frunzei. Tipul cu trei urme foliare este cel mai răspândit la foliculele unicarpelare dehiscente (*Trollius*, *Helleborus*), în timp ce la nuculele indehiscente de la *Ranunculus* ş.a. se află numai o urmă foliară.

O confirmare a caracterului de filom al carpelelor o reprezintă apariţiile atavistice, în care carpelele capătă formă de frunze. Astfel, la *Aquilegia canadensis* (Căldăruşa) au fost descrise toate trecerile de la un gineceu cu carpele normale până la forme de frunze ale carpelelor. Pe aceste constatări s-a bazat Hallier (1902) când a emis ipoteza sa privind natura de filom a carpelelor. Atavisme în formă de frunză ale carpelelor au fost descrise şi la alte plante, precum *Consolida regalis* (Nemţişorul). Singura carpelă a acestei plante are forma unei lamele liniare, răsucită în forma unui jgheab şi terminată într-un apendice, care aminteşte de un stilodiu. Lamela are trei nervuri paralele. Ambele margini ale lamelei sunt prevăzute cu unele excrescenţe (ca nişte foliole) şi o aseamănă, astfel, cu o frunză penată.

Toate exemplele descrise şi altele asemănătoare, despre dezvoltarea carpelelor, dovedesc că acestea au caracter de filom. Carpelele, la fel ca şi staminele, n-au rezultat din frunze verzi asimilatoare (trofofile) ci din sporofile (filomi fertili care poartă spori). Asemănarea cu frunzele vegetative se explică prin aceea că atât sporofilele cât şi trofofilele au derivat din frunze nediferenţiate numite trofosporofile, cum s-au aflat la *Pteridospermales* (fosile), dar şi la ferigi actuale ca *Polypodium* ş.a.

Carpelele angiospermelor sunt rezultatul reducerii şi specializării megasporofilelor deschise (de felul frunzei) şi divizate penat, ca la genul actual *Cycas*.

Ca întreg, atât floarea cât şi carpelele arată în morfologia lor anumite trăsături „infantile". În prima etapă de dezvoltare, forma carpelelor este asemănătoare cu cea a primordiilor foliare. Acest fapt se evidenţiază la angiosperme primitive de tip *Degeneria* (fig. 230). Asemănător florii ca întreg, şi sporofilele (staminele şi carpelele) au luat naştere prin neotenie, ca rezultat al fixării ereditare a stadiilor timpurii de dezvoltare („infantile"). Cu alte cuvinte fazele finale ale ontogenezei au fost înlocuite cu stadiile timpurii (juvenile) ale acesteia.

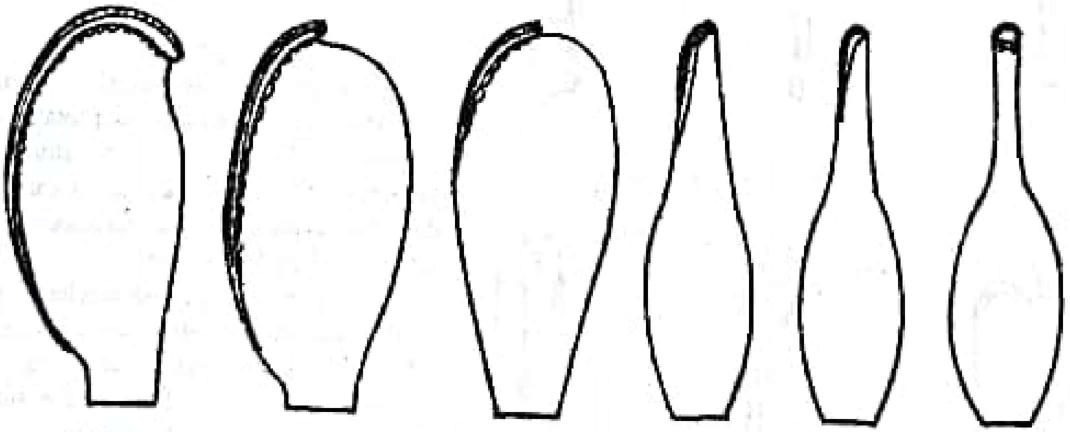


Fig. 230. Stadii evolutive ale carpelei de la tipul primitiv conduplicat (*Degeneria*) la un tip specializat cu stilodiu şi stigmat globulos clar diferenţiate (după Takhtajan)

După Takhtajan (1948), transformarea megasporofilelor deschise în carpele închise ale angiospermelor a avut loc în stadiul juvenil, când în mugure ele erau în starea conduplicativă (cutate de-a lungul nervurii mediane). Ca argument se poate aduce faptul că forma conduplicativă a frunzelor în stadiul de mugure este cunoscută la două ordine foarte importante ale *Phyllospermidelor* şi anume fosilele *Bennettitales* (ex. *Cycadeoidea* ş.a.) şi *Cycadales* (actuale, ca *Macrozamia*, *Ceratozamia*, *Dioon, Encephalartos*). Se presupune că această stare conduplicativă era răspândită şi la precursori ai angiospermelor.

După această concepţie, carpela angiospermelor nu a rezultat dintr-un megasporofil adult deschis şi penat-divizat, ci dintr-un stadiu juvenil al acestuia, nedeschis (conduplicat) şi nedivizat.

Ovulele, la un megasporofil, care se găseşte mereu în stare conduplicativă, au migrat din poziţia de margine (cum se află la *Cycadales*) pe partea sa interioară (adaxială). În acest mod, ovulele, încă gingaşe, sunt protejate să nu se usuce cât şi faţă de atacul vizitatorilor nedoriţi ai florilor.

Migrarea ovulelor pe partea interioară a carpelei a fost corelată cu micşorarea acestora dar şi a straturilor protectoare (fiind mai eficient protejate). Concomitent a avut loc o simplificare a morfologiei şi anatomiei megasporofilului. Marginile megasporofilului conduplicat au concrescut, luând naştere, astfel, carpelela angiospermelor, închisă în forma unui urcior, care s-a dezvoltat şi specializat în cursul evoluţiei, în continuare.

Printre angiospermele actuale s-au păstrat carpelele extraordinar de primitive (ex. la *Drimys*), alcătuite dintr-o tijă (pedicel) şi o lamină, relativ subţire, cutată conduplicativ, care amintesc de primordiile foliare cutate din mugur. Pe această lamină se desfăşoară trei nervuri independente, dintre care cea mediană se ramifică puternic, iar nervurile laterale au ramificaţii scurte, atât spre nervura mediană cât şi spre marginile sporofilului. Ovulele numeroase sunt dispuse între nervura mediană şi nervurile laterale, cu placentaţie laminală. Caracterul primitiv al acestor carpele reiese şi din faptul că ele nu sunt complet închise, deci o angiovulatie imperfectă (la *Drimys, Degeneria* ş.a.). La *Winteraceae* se pot urmări diferite etape ale închiderii megasporofilului, prin concreşterea marginilor acestuia.

Şi la alte câteva familii mai evoluate se poate constata faptul că, marginile megasporofilului se ating dar încă nu concresc complet, de exemplu la *Paeonia* (fig. 231), *Platanus* ş.a. La forme şi mai evoluate cum sunt genurile *Trollius, Consolida, Spiraea, Sedum* ş.a. se poate recunoaşte între marginile concrescute, stratul dublu de epiderme (concreştere incompletă) (fig. 232). La carpelele genurilor celor mai evoluate, cu greu se mai poate recunoaşte stratul dublu epidermal, între marginile concrescute ale magasporofilului.

În primele stadii ale concreşterii, nervurile laterale ale carpelelor se apropie, însă nu concresc, ci rămân independente ca la gineceul hemisincarp, intermediar între cel choricarp şi sincarp. În cursul evoluţiei, în continuare, nervurile apropiate concresc şi formează fasciculul conducător sutural (dublu lateral) (fig. 232). Cu trecerea de la placentaţia laminal laterală la cea marginală (suturală), numărul ovulelor în carpele scade treptat. Această scădere a numărului ovulelor în carpele se poate urmări la diferite genuri fam. *Ranunculaceae*.

O dată cu apariţia carpelei, în care se află ovulele învelite de jur împrejur*, accesul grăunciorilor de polen este îngreunat. De aceea, apariţia carpelei a coincis cu dezvoltarea stigmatului, structură specializată pentru captarea grăunciorilor de polen corespunzători şi promovarea dezvoltării tuburilor polinice. Astfel, polenul aceluiaşi individ sau de la specii străine nu mai cade direct pe ovul, ci pe stigmat, care are rol de filtru.

La angiospermele primitive ca *Degeneria*, suprafaţa stigmatului se extinde pe întreaga lungime a carpelei şi nu este limitată la marginile libere, curbate către exterior ale acesteia. La reprezentanţii mai evoluaţi ca *Drimys*, suprafaţa stigmatului se reduce la suprafaţa suturii dintre marginile carpelei, iar la *Wintera*, aceasta este limitată la partea subapicală a carpelei, adică este mai mică şi puternic localizată şi specializată.

Suprafaţa stigmatului, la început nespecializată, mai târziu localizată şi specializată, este una dintre caracteristicile structurale şi funcţionale ale carpelelor şi respectiv gineceelor angiospermelor. Iniţial, suprafaţa activă a stigmatului a avut aspectul unei fâşii late, situate de-a lungul marginii carpelei. Mai târziu, aceasta devine localizată şi se transformă în stigmatul specializat, de cele mai multe ori papilos sau mucilaginos-cleios. Pe stigmat cad grăuncioare de polen de la indivizi, specii sau genuri diferite, dar datorită acţiunii de filtru a stigmatului sunt reţinute numai cele compatibile.

Corelat cu reducerea, localizarea şi specializarea suprafeţei stigmatului are loc dezvoltarea unei structuri sterile, subţiri, numită stil. Stilul ridică în sus stigmatul, deasupra părţii fertile a carpelei, dar serveşte şi la conducerea şi hrănirea tuburilor polinice spre ovule.

---

* Corect angiospermele ar trebui denumite „Angiovulate" şi numai în cazuri derivate „*Angiospermae*", deoarece la formele iniţiale fructele se deschid şi eliberează seminţele.

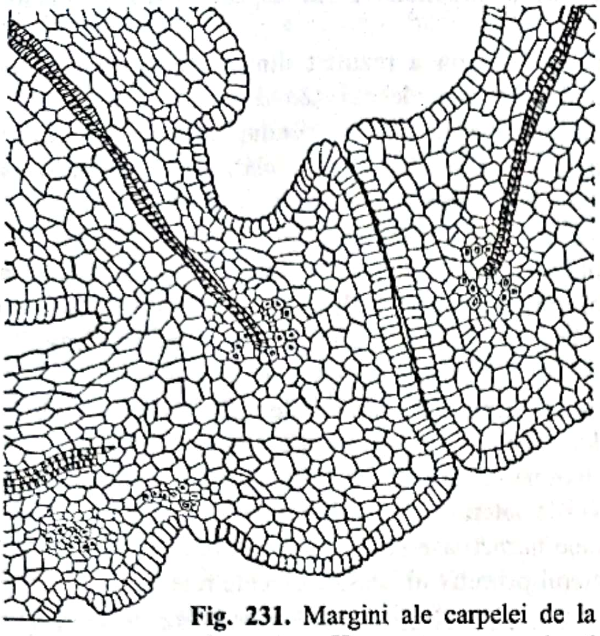


Fig. 231. Margini ale carpelei de la *Paeonia wittmaniana* Hartw. Acestea se ating dar nu sunt încă concrescute (după Takhtajan)

Capătul liber al unei carpele singulare, ca purtător al stigmatului şi capabil să-l expună într-o poziţie favorabilă polenizării, dar şi apt pentru a conduce şi hrăni tuburile polinice, a fost denumit stilodiu. În vorbirea curentă stilodiul este desemnat ca stil, ceea ce este incorect. Stilodiul reprezintă prelungirea liberă a unei carpele solitare din ginecee choricarpelare sau unicarpelare, pe când stilul este o structură compusă, rezultată din concreşterea stilodiilor la gineceele coenocarpe. În aceste mod, ar trebui utilizaţi câte doi termeni (stilodiu-stil) ca şi pentru celelalte componente ale florii: sepală-caliciu, petală-corolă, tepală-perigon, stamină-androceu, carpelă-gineceu.

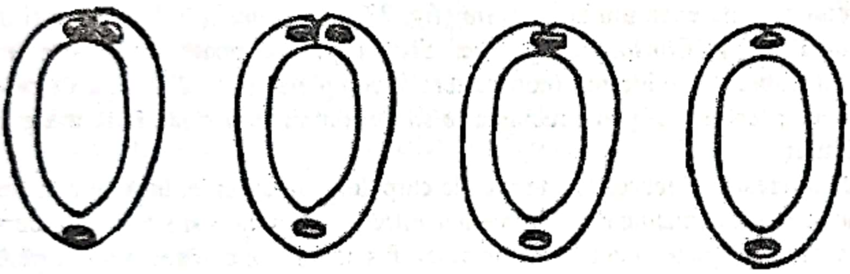


Fig. 232. Stadii succesive ale concreşterii marginilor carpelei cu formarea fasciculului sutural (dublu lateral) (din Takhtajan)

Deşi ţesutul stigmatului se specializează şi se localizează în vârful stilodiului, respectiv stilului, acesta continuă să menţină o strânsă legătură şi comunicare cu placentele. Legătura se realizează prin ţesutul interior al stilodiului, respectiv stilului, care trece prin mai multe etape de dezvoltare şi specializare (fig. 233).Tipul cel mai primitiv este stilodiul conduplicativ deschis, în care ţesutul stilodiului nu prezintă nici un fel de diferenţiere; urmează un stilodiu, respectiv stil, plin cu ţesut parenchimatic interior, printre celulele căruia sunt hrănite şi conduse tuburile polinice de la stigmat la placente; stadiul ultim de diferenţiere este cel cu canal stilar, căptuşit cu un strat de celule cu rol în hrănirea tuburilor polinice în înaintarea lor spre placente.

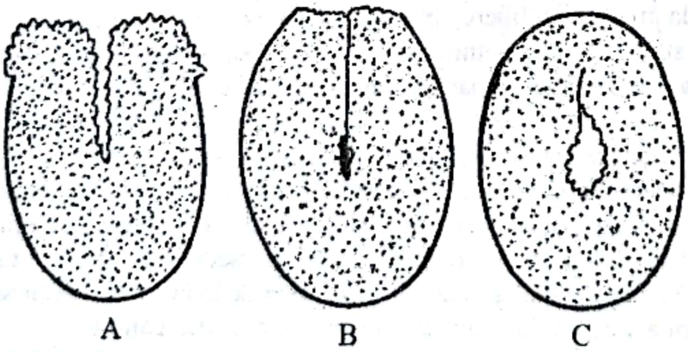


Fig. 233. Secţiuni transversale schematizate prin diferite tipuri de stilodii: A – stilodiu conduplicat deschis, B – stilodiu plin cu ţesut conducător; C – Stilodiu gol (la interior) (după Takhtajan)

Ontogenia unei carpele libere decurge, la început, mai mult sau mai puţin asemănător, cu cea a unei stamine. Deasupra unei zone unifaciale a pedunculului se formează, pe partea ventrală, o zonă transversală meristematică. Prin activitatea acestei zone ia naştere o structură peltată. Marginile acesteia cresc mai mult pe partea din spate şi se formează un stadiu de tub (ascidiat), lăsând o crăpătură ventrală deschisă. În interior se dezvoltă, în porţiunea principală fertilă a ovarului, pe placente, ovulele. La angiospermele cu caractere plesiomorfe crăpătura ventrală este mai mult sau mai puţin lipită prin secreţii de mucilagiu. La angiospermele cu caractere apomorfe crăpătura ventrală se închide prin concreşterea postgenitală (în timpul desfăşurării ontogenezei) a marginilor. În vârful carpelei rămân porţiunile sterile, stilodiul şi stigmatul.

Prin urmare, putem deosebi la carpelele libere, de jos în sus: o zonă a tijei (pedunculară); o zonă tubulară de la început (congenital) închisă; o zonă ascidiată (ca un săculeţ); o zonă de concreştere care rămâne mai mult sau mai puţin deschisă sau se închide în timpul ontogenezei (postgenital) şi se numeşte zonă plicată şi o zonă a stilodiului.

În afară de acest tip de carpelă, există şi altele la care zona tubulară şi a tijei regresează, zona plicată şi sutura ventrală sunt prelungite. Mai des apar însă carpele epeltate (fără meristemul zonei transversale), la care zona tubulară şi zona tijei lipsesc în general şi carpela apare cutată (conduplicată). După datele existente, evoluţia carpelelor a urmat calea de la peltat la cea conduplicată (cutată).

Interpretarea morfologică a ovulelor este mereu controversată. La început a fost susţinută părerea că ovulele, respectiv placentele angiospermelor, iniţial s-ar fi format separat pe axă (stahispor) şi nu pe filomi şi abia în mod secundar s-ar fi contopit cu frunzele purtătoare.

Numeroase date privitoare la stadiile de dezvoltare ale carpelelor (şi staminelor) angiospermelor actuale, aproape în general sub formă de scut (peltate) sau în formă de tub (ascidiate) dar şi ale purtătorilor de ovule (şi de saci polinici), la predecesorii presupuşi ai angiospermelor, (*Pteridospermales*), infirmă ipoteza stahisporiei.

Asemănările între carpele şi frunze vegetative, ca cele în formă de scut (ex. la *Tropaeolum*) sau de tub (la *Nepenthes*), ca şi în creşterea şi dezvoltarea nervurilor, confirmă ipoteza filosporiei, adică ovulele, respectiv placentele angiospermelor, s-au format de la început pe frunze. Carpelele înverzite, de asemenea, poartă rudimente de ovule dispuse pe marginea lor (ca la *Cycas*), ceea ce reprezintă o dovadă a originii filospore a ovulelor.

Dezvoltarea filogenetică a carpelelor s-a imaginat astfel: carpelele foarte asemănătoare frunzelor şi bifaciale (oarecum asemănătoare celor de la *Cycas*) s-au înfăşurat lateral şi au învelit, astfel, complet ovulele.

Evoluţia gineceului

Florile cele mai primitive ale angiospermelor se caracterizează prin numeroase carpele libere, dispuse spiralat pe un receptacul alungit. Un astfel de gineceu se numeşte choricarp şi se întâlneşte la reprezentanţii mai primitivi ai dicotiledonatelor din familiile *Magnoliaceae, Winteraceae, Annonaceae, Ranunculaceae* (fig. 234-A), *Paeoniaceae*, unele *Rosaceae* ş.a., dar şi la unele monocotiledonate (*Alismataceae, Butomaceae* etc.).

În decursul evoluţiei are loc oligomerizarea gineceului. Aceasta se poate urmări în interiorul ord. *Magnoliales*, la care se trece de la un număr nedefinit de carpele, la trei două sau o singură carpelă (la *Degeneria*). Aceleşi proces al trecerii de la gineceul polimer choricarp la gineceul monomer se poate urmări şi în cadrul fam. *Ranunulaceae*: polimer choricarp la *Ranunuculus, Anemone, Caltha* ş.a. până la cel monomer la *Consolida, Actaea* ş.a.

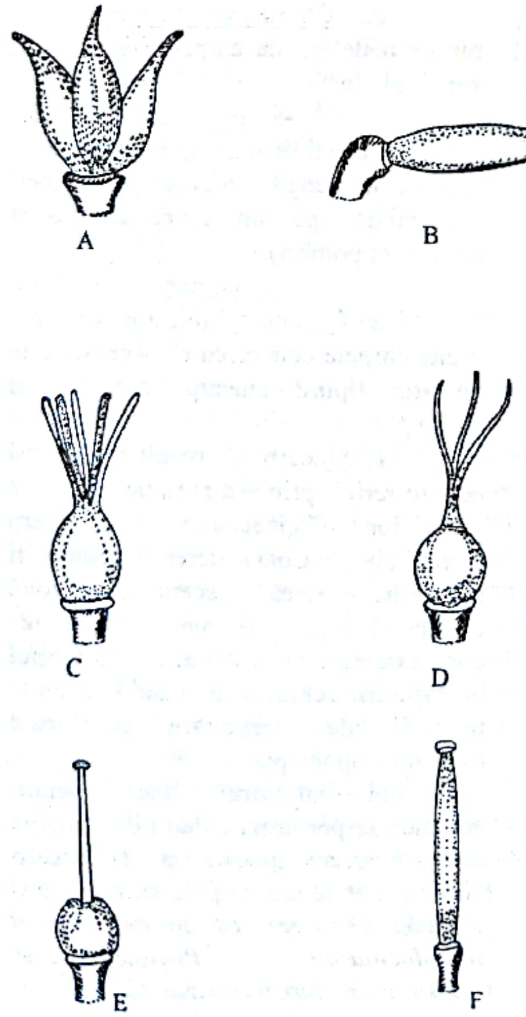


Fig. 234. Tipuri de ginecee: A – Choricarpelar (*Ranunculaceae*); B – Monocarpelar (*Papilionaceae*); C – *Coenocarpelar* cu stilodii libere (*Linaceae*) D – Coenocarpelar cu un stil şi trei ramificaţii care reprezintă stigmatele (*Cyperaceae*); E – Coenocarpelar cu un stil şi stigmat globulos (*Primulaceae*); F – Coenocarpelar fără stil şi cu stigmat sesil (*Brassicaceae*) (după Hickey et King)

De asemenea, se pot da exemple și dintre *Rosaceae*: polimer choricarp la *Rosa, Fragaria, Potentilla* ș.a.; din 5 carpele (*Malus*); dintr-o carpelă (*Prunus, Persica, Padus* ș.a.). În cadrul fam. *Mimosaceae* genul primitiv *Archidendron* are 15 până la 5 carpele; *Affonsea*, posedă 6 până la 2 carpele; *Hansemania* – 4 carpele; *Scorpia* – 2 carpele, iar toate celelalte genuri au gineceu monomer (după A. Takhtajan, 1959).

Gineceul alcătuit din mai multe carpele concrescute este desemnat ca coenocarp. Deja la familiile cele mai primitive se poate urmări tendința de concreștere, mai mult sau mai puțin puternică, a carpelelor. Majoritatea preponderentă a angiospermelor au un gineceu coenocarp veritabil, în comparație cu tendințele de concreștere de la familiile primitive (*Magnoliaceae, Winteraceae, Himantandraceae* ș.a.).

Diferitele forme de tranziție clarifică modul cum are loc concreșterea carpelelor libere. Are loc o contopire congenitală progresivă a zonelor tijelor, tubuloase (ascidială) și de concreștere (plicată). Numai porțiunile apicale rămân, adesea, necontopite, însă, în cele din urmă și acestea concresc într-un stil unitar. Adesea, în vârful stilului, numai lobii stigmatului lasă să se recunoască numărul carpelelor participante.

La multe ginecee coenocarpe se pot urmări concreșterile progresive, de la bază spre vârf:

- sinascidiate – concreșterea congenitală a zonelor bazale, ascidiate, ale carpelelor;
- simplicate – concreșterea completă a zonelor plicate, situate deasupra zonelor ascidiate;
- hemisimplicate – concreșterea incompletă a zonelor plicate;
- asimplicate – cu zonele apicale neconcrescute.

Situațiile de tranziție pot fi estompate prin concreșteri ulterioare (postgenitale). Uneori, cele patru zone pot fi diferit promovate sau complet oprimate.

Spre deosebire de stamine, nu se cunosc cazuri de multiplicare secundară a numărului de carpele în floare.

Gineceul, în evoluția sa, se clasifică astfel (fig. 235):

A. Choricarp (=apocarp) (cu număr nedefinit de carpele libere) și se subdivide în:

- polimer, la care carpelele pot fi dispuse spirociclic pe un receptacul alungit (caracter plesiomorf) sau ciclic, pe un receptacul scurt (caracter apomorf).
- monomer.

B. Coenocarp (alcătuit din mai multe carpele concrescute). Aceasta este de trei tipuri: sincarp, paracarp și lisicarp.

1. Sincarp. A rezultat în urma concreșterii prin marginile lor, a carpelelor gineceului choricarp spirocilclic. Concreșterea poate fi congenitală, adică gineceul se dezvoltă de la început ca un întreg; sau concreșterea este postgenitală, în timpul desfășurării ontogenezei, când în stadiile timpurii de dezvoltare se poate recapitula apocarpia.

În interiorul unor familii botanice se pot urmări stadii de tranziție de la gineceul apocarp la cel sincarp (adică jumătate din carpele choricarpe și jumătate sincarpe), ca de exemplu la *Aristolochiaceae, Phytolaccaceae, Crassulaceae, Saxifragaceae* ș.a.

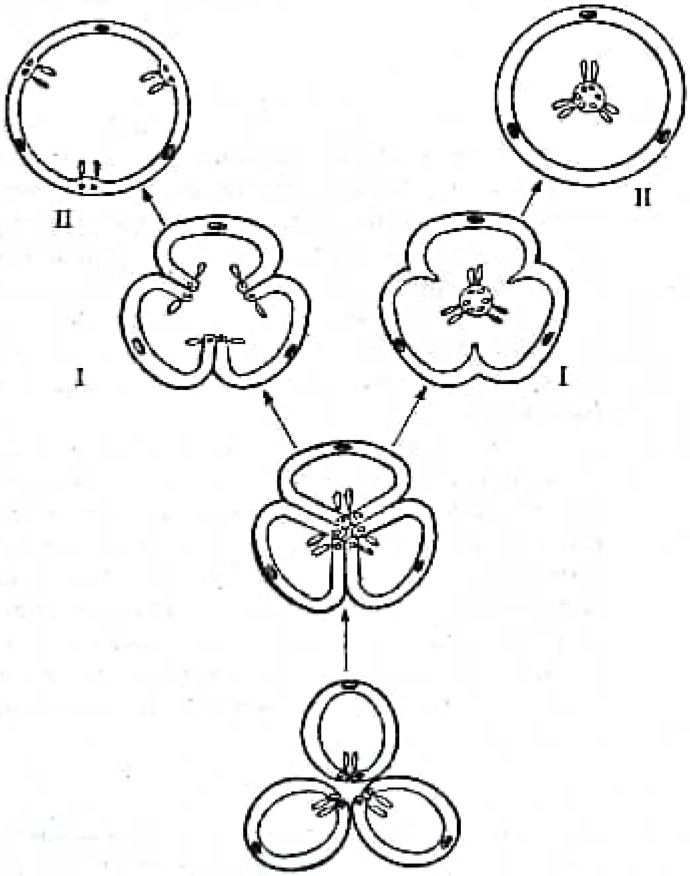


Fig. 235. Schema evoluției tipurilor de bază de ginecee: de la gineceul choricarp (jos) se ajunge la cel sincarp din care evoluția urmează două căi: paracarp (I și II) stânga și lisicarp (I și II) dreapta (după Takhtajan)

Formele primitive ale gineceului sincarp au stilodii libere (ex. la *Linum usitatissimum*) (fig. 234-C), uneori chiar părţile superioare ale carpelelor nu sunt complet concrescute. La formele evoluate concresc stilodiile şi formează stilul care prezintă în vârf stigmatul, ca la *Nicotiana*, *Ericaceae* şi multe monocotiledonate. La diferite familii botanice se înregistrează toate tranziţiile de la stilodii complet libere, prin cele concrescute la bază într-un stil scurt cu ramuri stilare sau ale stigmatului, libere în partea superioară, până la stiluri compacte, care prezintă în vârf stigmatul (fig. 234).

Paralel cu concreşterea carpelelor prin marginile lor au loc şi modificări histologice, cum ar fi dispariţia limitelor dintre carpele, fasciculele ventrale învecinate ale carpelelor se contopesc perechi şi formează fascicule suturale (duble).

În concluzie, ca sincarp este desemnat gineceul rezultat din concreşterea unui număr diferit de carpele, compartimentat prin pereţi despărţitori autentici (septuri). Compartimentarea cuprinde partea mare a ovarului şi se găsesc atâtea camere (loculi) câte carpele au fost iniţial. Ovulele se prind direct pe suturile carpelelor, fără a se diferenţia un ţesut placentar propriu-zis, masiv şi ramificat. Se află la *Nigella, Araliaceae, Sterculiaceae, Liliaceae, Amaryllidaceae, Iridaceae* ş.a. Placentele sunt axilare.

2. Paracarp. Este cel mai răspândit tip de gineceu coenocarp. Prezintă un singur compartiment, sau mai corect spus, este necompartimentat, datorită faptului că este împiedicată formarea septurilor. Acest gineceu se caracterizează prin aceea că, fiecare carpelă individuală este concrescută prin marginile ei cu carpelele vecine. Sutura marginilor carpelelor începe în partea superioară a gineceului şi înaintează spre bază.

Acest tip de gineceu se poate deriva din cel sincarp, prin concreşterea numai a marginilor carpelelor, în timp ce dezvoltarea în continuare, centripetală, a septurilor nu mai are loc. Astfel, ovarul rămâne necompartimentat. Ovulele sunt dispuse parietal şi nu unghiular sutural ca la gineceul sincarp.

În construcţia sa, gineceul paracarp este perfecţionat şi mai economic decât cel sincarp, deoarece cu o cheltuială de material relativ mai mică se asigură o protecţie mai eficientă a ovulelor. Placentele, eliberate de limitarea spaţială, prin unghiurile suturale, au posibilitatea să se dezvolte mai rapid, cresc puternic, se ramifică şi dobândesc o construcţie mai complicată, cu implicaţii favorabile asupra hrănirii ovulelor.

Provenienţa gineceului paracarp din cel sincarp a fost dovedită la numeroşi reprezentanţi dintre *Papaveraceae, Hamamelidaceae, Hydrangeaceae, Saxifragaceae, Myrtaceae, Hypericaceae, Tiliaceae, Gentianaceae, Monotropaceae, Orobanchaceae, Gesneriaceae* şi multe alte dicotiledonatae dar şi la numeroase monocotiledonatae.

Deşi posibilitatea apariţiei gineceului paracarp din cel sincarp a fost acceptată de cei mai numeroşi morfologi, a fost exprimată şi presupunerea că, gineceul paracarp a putut deriva şi din cel choricarp. Că această cale este posibilă o demonstrează faptul că, de regulă generală, carpelele dintr-un gineceu apocarp ciclic îşi încep dezvoltarea ca structuri deschise. Dacă un verticil de astfel de carpele deschise se opreşte în acest stadiu şi apoi carpelele concresc prin marginile lor, din gineceul choricarp ciclic ia naştere unul paracarp, fără stadiul intermediar sincarp. Sunt cunoscute exemple care atestă posibilitatea acestui mod de apariţie la familiile *Annonaceae, Saururaceae, Cactaceae, Alismataceae, Butomaceae* ş.a. La aceşti reprezentanţi sunt exemple de ginecee choricarpe şi paracarpe, în timp ce gineceele sincarpe lipsesc complet. Se consideră astfel, ca foarte probabilă, cel puţin pentru unele genuri din familiile mai sus prezentate, posobilitatea ca gineceul paracarp să provină din cel apocarp.

După toate aparenţele, susţin unii morfologi avizaţi, ambele căi de apariţie a gineceului paracarp, din cel sincarp sau choricarp, sunt de aceeaşi valoare.

De apariţia gineceului paracarp este strâns legată formarea aşa-numitului stigmat comisural. Acesta constă din două jumătăţi, câte o jumătate de la fiecare carpelă învecinată. Această natură dublă a stigmatului comisural este bine evidenţiată la *Papaver* şi genuri apropiate.

3. Lisicarp. Este tipul de gineceu coenocarp prevăzut cu un singur compartiment. El ia naştere pe o cale complet nouă şi se caracterizează printr-o placentaţie centrală liberă, sub formă de coloană în centrul ovarului, pe care se prind ovulele.

Singurul compartiment al gineceului lisicarp ia naştere nu prin deschiderea sau desfacerea suturilor carpelelor individuale, ci ca urmare a desfiinţării prin lizare a pereţilor despărţitori laterali (septuri) ai ovarului sincarp. Partea suturală a carpelelor, împreună cu placentele, se transformă într-o coloană situată în centrul ovarului unicompartimentat. Acest tip de gineceu, deosebit de cel paracarp, neunitar atât ca morfologie cât şi ca provenienţă, a fost desemnat ca lisicarp de către Takhtajan (1942, 1948).

După definiția dată de Takhtajan, gineceul lisicarp este un tip genetic de gineceu omogen, cu un singur compartiment și cu placentație centrală liberă. Este întâlnit la numeroase familii printre care *Caryophyllaceae*, *Primulaceae* ş.a.

Între angiospermele actuale, de o deversitate extremă, toate aceste tipuri de gineceu sunt legate între ele prin forme de tranziție: între tipul choricarp și cel sincarp, între cel sincarp și cel paracarp, între cel sincarp și lizicarp.

Perfecționarea și specializarea crescândă a gineceului coenocarp, la fel ca și a celui choricarp, a fost însoțită de o reducere a numărului carpelelor și corelat cu aceasta, în cele mai numeroase cazuri, și a numărului ovulelor.

Forma extremă de reducere a numărului carpelelor la gineceul coenocarp este așa numitul gineceu pseudomonomer. Aceasta ia naștere ca urmare a unei dezvoltări puternic inegale a carpelelor, la care numai una dintre acestea se dezvoltă, în timp ce toate celelalte rămân nedezvoltate, rudimentare și sterile.

Gineceul pseudomonomer la origine poate fi polimer, trimer sau dimer. Tipul trimer sau polimer este caracteristic pentru *Lauraceae*, *Berberidaceae*, *Piperaceae*, *Valerianaceae* și alte câteva familii botanice. Tipul dimer, însă, este întâlnit la numeroase familii și genuri: *Myristicaceae*, cele mai numeroase *Chenopodiaceae*, *Ulmaceae*, *Moraceae*, *Urticaceae*, *Cannabaceae*, *Cassuarina*, *Leitneria*, *Elaeagnaceae*, cele mai multe *Thymelaeaceae*, *Gunnera*, *Hippuris*, unele *Cornaceae*, *Globulariaceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae*, *Asteraceae* ş.a.

9. Evoluția placentației

Placenta reprezintă țesutul masiv, ramificat, cu fascicule conducătoare, de pe peretele ovarului sau la locul de sutură al marginilor carpelelor sau carpelei, pe care se inseră ovulele sau ovulul angiospermelor. Prin placentație se înțelege modul cum se prind ovulele sau ovulul pe placentă.

Direcțiile principale în evoluția gineceului determină și pe acelea ale placentației (fig. 236).

La angiosperme placentația este de două tipuri:

A. Placentație laminală când ovulele se inseră pe partea internă a laminei carpelei. Se întâlnește la gineceele monocarpelare. Aceasta prezintă următoarele variante:

1. Placentație laminal-laterală când ovulele sunt dispuse pe părțile laterale ale suprafeței adaxiale a carpelei, între nervura mediană și nervurile laterale.

2. Placentație laminal-difuză când ovulele sunt împrăștiate pe întreaga suprafață adaxială a carpelei.

3. Placentație laminal-dorsală în care ovulele sunt fixate pseudomedian pe spatele carpelei.

B. Placentație suturală (submarginală). Se întâlnește la gineceele coenocarpe. Aceasta se prezintă sub câteva forme:

4. Placentație centrunghiulară (central axilară). Ovulele sunt fixate în unghiul format de concreșterea carpelelor gineceelor sincarpe.

5. Placentație parietală. Ovulele stau de-a lungul suturilor, între marginile carpelelor, la gineceele paracarpe.

6. Placentație centrală liberă sau în formă de coloană. Ovulele sunt fixate de-a lungul suturilor rămase în centrul gineceului, prin desființarea septurilor care le legau de carpele. Se formează, astfel, o coloană centrală cu ovule, separată de restul carpelelor. Se întâlnește la gineceele lisicarpe.

Privind evolutiv, tipul cel mai primitiv este placentația lateral-laminală, care se întâlnește la angiosperme primitive de tipul *Degeneria*, *Drimys* (secția *Tasmania*) ş.a. Ovulele sunt mult depărtate de marginile carpelei și se dispun pe suprafețele dintre nervura mediană și nervurile laterale. Ele sunt hrănite prin ramificații atât ale nervurii principale cât și din ramificațiile nervurilor laterale.

Foarte apropiată, de această placentație, este placentația laminal-difuză, întâlnită la angiosperme arhaice, cum sunt *Winteraceae*- le. Ovulele nu mai sunt limitate la o zonă îngustă (ca la placentația laminal-laterală) ci se repartizează peste toată suprafața carpelei. Placentația laminal-difuză se află și la *Lardizabalaceae*, *Nymphaeaceae*, *Butomaceae*. La *Butomus umbellatus*, din axul florii pornește în fiecare carpelă câte un fascicul conducător, care la baza sa se împarte în trei nervuri. Nervura mediană, nu se divide, se desfășoară de-a lungul întregii carpele, intră în stilodiu și se ramifică. Nervurile laterale aprovizionează cu hrană ovulele rapartizate pe întreaga suprafață interioară a carpelei, exceptând marginile şi partea mediană. La *Lardizabalaceae* ovulele pot fi dispuse pe două sau mai multe şiruri longitudinale.

Unii morfologi de notorietate consideră placentaţia difuză de la *Butomus umbellatus* ca tipul cel mai primitiv al angiospermelor. Cercetările mai recente au arătat că tipul de carpele cu placentaţie difuză, pe lângă alte caractere, sunt considerate mai specializate decât cele cu placentaţia laminal-laterală de la *Drimys*.

Pentru angiospermele cu placentaţie laminal-difuză este caracteristic numărul mare de ovule. O dată cu trecerea de la placentaţia laminal-laterală la cea suturală, numărul ovulelor scade din ce în ce mai mult. Această scădere numerică este legată de protecţia mai eficientă a ovulelor în stadiile timpurii de dezvoltare şi cu dezvoltarea de mecanisme din ce în ce mai perfecţionate pentru diseminare. Punctul cel mai înalt al perfecţionării este atins în carpela cu numai un ovul funcţional (gineceu pseudomonomer), întâlnită la angiospermele cele mai evoluate (compozite, graminee etc.). Aici se poate face o analogie cu mamiferele, a căror evoluţie s-a desfăşurat în direcţia scăderii numărului embrionilor şi respectiv a descendenţilor. În ambele cazuri se poate vorbi de o economie de material şi energie pentru asigurarea hrănirii descendenţilor, corelată cu grija pentru urmaşi, ca o lege biologică generală.

În decursul evoluţiei, din placentaţia laminală a derivat placentaţia suturală (submarginală). Placentaţia suturală este tipul cel mai răspândit de placentaţie la angiospermele actuale, cu gineceе choricarpe pluricarpelare (*Magnoliaceae, Annonaceae, Ranunculaceae* ş.a.) şi este caracteristică atât pentru fructe dehiscente cu mai multe seminţe (folicule de la *Trollius, Helleborus* ş.a.) precum şi cele cu achene indehiscente (*Ranunculus*).

Deja la genul *Trollius* se poate urmări incipienta scădere a numărului de ovule în fiecare carpelă, deşi urmele fasciculelor conducătoare care le hrăneau s-au menţinut. La *Aquilegia* nu numai ovulele superioare din carpele dispar (ca la *Trollius*) ci şi urmele vaselor conducătoare dispar. La *Ranunculus* se dezvoltă numai ovulul cel mai de jos şi formează fructul nuculă indehiscentă. Un şir de astfel de reduceri, ale numărului de ovule în carpele, se poate urmări şi la *Rosaceae*. Placentaţia suturală cea mai diversă şi perfecţionată se întâlneşte însă la gineceele coenocarpe.

Tipul de plecare plesiomorf este placentaţia central unghiulară (central axilară) de la gineceul sincarp. Aceasta a apărut mai întâi la carpelele separate ale gineceului choricarp, însă diversificarea a căpătat-o la gineceul sincarp. În timp ce la gineceul choricarp ambele fascicule laterale ale fiecărei carpele se apropie şi se contopesc, la gineceul sincarp se contopesc şi fasciculele conducătoare ale ovarelor alăturate într-unul singur şi această contopire este corelată cu reducerea numărului de ovule din fiecare compartiment (locul).

O dată cu trecerea de la gineceul sincarp la cel paracarp se schimbă şi tipul de placentaţie de la cea centrunghiulară la cea parietală. Acest tip de placentaţie a apărut independent şi heterocron la mai multe linii de evoluţie ale dicotiledonatelor şi monocotiledonatelor. Fiind mai răspândită, înseamnă că prezintă anumite avantaje biologice pentru aceste plante. Avantajele sunt legate de faptul că pe lângă o simplificare a gineceului (cu un compartiment în loc de mai multe) şi placentele au dobândit posibilităţi de specializare în diferite direcţii.

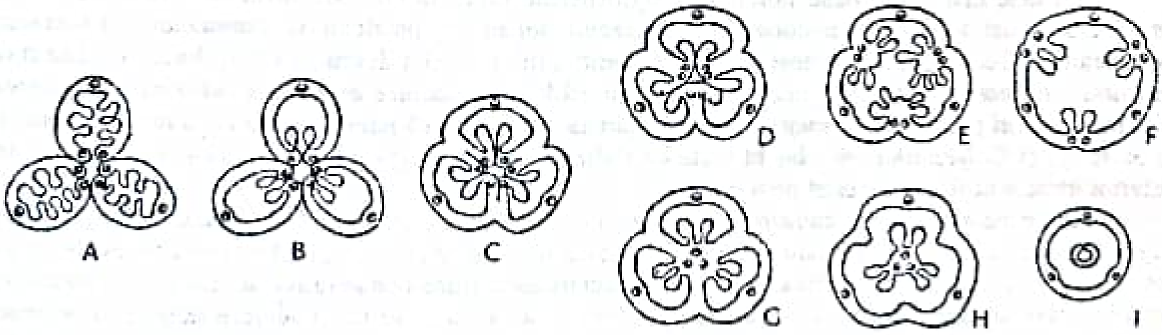


Fig. 236. Evoluţia tipurilor de gineceе şi a placentaţiei: A – Gineceu choricarpelar cu placentaţie laminală; B – Gineceu choricarpelar cu placentaţie submarginală; C – Gineceu hemisincarp cu placentaţie central-marginală; D – G – Gineceu sincarp cu placentaţie centrală cu septuri libere până la congenital concrescute; E – F – Gineceu paracarp cu placentaţie parietală; H – I – Gineceu lisicarp cu placentaţie centrală cu numeroase până la un ovul bazal (după Takhtajan şi Engler Syllabus)

Cu privire la originea placentației centrale (în formă de coloană), în prima jumătate a secolului 19 a predominat părerea că aceasta reprezenta o prelungire a axei receptaculare. Această ipoteză „ a axei” se baza pe o interpretare unilaterală a datelor din ontogeneză. Deja R. Brown (1840) a emis părerea că placentația centrală a derivat din cea centrunghiulară. Cercetările ulterioare și mai ales ale lui van Tieghem (1868) au zdruncinat puternic „ipoteza axei” și au impus originea placentației centrale din cea mai centrunghiulară. Ea se formează prin dispariția pereților despărțitori ai gineceului sincarp și menținerea în centrul acestuia a placentelor cu ovule. Cercetările ulterioare, la o serie de reprezentanți ai fam. *Caryophyllaceae*, au confirmat definitiv natura carpelară a coloanei centrale cât și teoria că placentația centrală liberă a rezultat din placentația centrungiulară.

10. Apariția ovarului cu poziția inferioară

La angiospermele primitive gineceul este choricarp și nu este concrescut cu părțile florale înconjurătoare. La multe linii de dezvoltare, gineceul, și în special ovarul, concrește mai mult sau mai puțin cu unele componente ale florii și apare așa numitul ovar (gineceu) cu poziție inferioară. Acest tip de ovar a fost interpretat (Grant, 1950) ca o adaptare pentru protecția mai eficientă a ovulelor de a nu fi vătămate sau consumate de insectele sau păsările polenizatoare. Legătura ovarului cu poziție inferioară cu zoofilia este foarte probabilă, deși necesită cercetări complexe în continuare.

Unii autori, precum Troll (1955), au emis părerea că ovarul cu poziție inferioară a rezultat prin înconjurarea sa, în timpul ontogenezei, de către receptacul care are formă de farfurie sau de cupă. Alți autori, ca Parkin (1955), sunt de părere că acest tip de ovar ar fi apărut prin aceea că, în creștere, acesta aderă strâns la stamine și învelișul floral. Cei mai mulți autori presupun că prin ambele modalități au apărut ovarele cu poziție inferioară.

Pentru rezolvarea acestei probleme controversate, o mare însemnătate au cercetările anatomice comparative asupra vascularizării componentelor florii, având în vedere mai ales conservatorismul sistemului de conducere. Este cunoscut faptul că, la cele mai diferite modificări de mărime sau transformări ale formei exterioare a componentelor florii, arhitectonica sistemului de conducere rămâne aproape neschimbată. Un anumit conservatorism al sistemului de conducere se poate observa și în cazul când anumite părți florale concresc și în special la formarea ovarului cu poziție inferioară.

Astfel, într-o corolă cu petalele concrescute sau în cazul unui gineceu coenocarp, fasciculele conducătoare rămân pentru un anumit timp libere. În mai multe cazuri, însă, în interiorul unui gen sau al unei familii, se pot urmări diferite stadii ale concreșterii fasciculelor conducătoare. Astfel, este posibil de a reconstitui în ce direcție și în ce mod, în decursul evoluției, au concrescut anumite componente ale florii. Această metodă a cercetării comparativ anatomice a vascularizării s-a dovedit fructuoasă în lămurirea apariției ovarului cu poziție inferioară.

Ipoteza axială (receptaculară) a ovarului cu poziție inferioară a dominat gândirea botaniștilor până în prima jumătate a sec. 20 și astfel este interpretat în majoritatea manualelor de botanică.

Numeroasele cercetări asupra vascularizării componentelor florii au dus la concluzia că ovarul cu poziție inferioară a rezultat în mod preponderent din concreșterea gineceului cu tubul floral, deci este de origine apendiculară, are caracter de filom și nu de ax (receptacul).

La cele mai numeroase familii de angiosperme tubul floral, care învelește ovarul cu poziție inferioară a luat naștere prin concreșterea bazelor sepalelor, petalelor și staminelor. În literatura botanică este frecvent utilizat termenul de „hypanthium” pentru a desemna tubul floral. Termenul de hipantium nu corespunde din punct de vedere morfologic, deoarece nu se află sub floare. De aceea, mai mulți autori propun ca termenul de hipantium să se folosească numai pentru cupa receptaculară de la *Rosa sp.* și *Calycanthus sp.*, iar în toate celelalte cazuri de origine apendiculară (filom) a ovarului inferior trebuie utilizat termenul de tub floral.

În primele stadii ale contopirii părților florale ale unui verticil sau ale elementelor diferitelor verticile, fasciculele conducătoare ale acestora rămân încă neconcrescute, însă în procesul evoluției ele se apropie și treptat se pot unifica. Astfel de cercetări anatomice comparative au dovedit că ovarul cu poziție inferioară este, în majoritatea preponderentă a cazurilor, rezultat al aderării (alipire în creștere) a ovarului cu tubul floral. Caracterul apendicular al ovarului cu poziție inferioară este dovedit prin astfel de cercetări la familiile: *Agavaceae, Amaryllidaceae, Araliaceae, Asteraceae, Begoniaceae, Bromeliaceae, Caprifoliaceae, Cornaceae, Ericaceae, Rubiaceae, Vacciniaceae*, genul *Juglans* ș.a.

La puține genuri și familii, ovarul cu poziție inferioară este de origine receptaculară: *Aizoaceae, Cactaceae, Loranthaceae, Myzodendraceae, Santalaceae, Rosa, Calycanthus* ș.a.

11. Apariția și evoluția inflorescențelor

Tipul cel mai primitiv de dispunere a florilor este așezarea individuală, solitară, a acestora, în vârful lăstarilor vegetativi, ca la *Magnoliaceae, Winteraceae, Calycanthus* ș.a. Pe lîngă această dispunere primară, așezarea solitară poate fi și secundară, că rezultat al reducerii inflorescenței. Acest fapt se poate lămuri numai prin analiza morfologică și comparații cu forme înrudite.

Florile solitare sunt, de regulă generală, mai mari, iar treptat, prin micșorarea acestora, apare ca o compensație, dispunerea lor în inflorescențe.

Din așezarea terminală, singulară, a florilor se poate deriva dispoziția axilară. Aceasta se poate observa la genurile exotice *Michelia, Elmerillia* (ord. *Magnoliales*), *Illicium, Schisandra* (ord. *Illiciales*) ș.a. În aceste cazuri, formarea florilor trece treptat, din vârful lăstarilor principali pe lăstarii secundari inferiori, cum se poate demonstra la *Magnolia grandiflora* sau la *Calycanthus*. Acești lăstari laterali se diferențiază treptat în lăstari speciali purtători de flori, care se scurtează, pierd frunzele și se reduc la un singur boboc floral, cu poziție axilară.

Nu toate florile cu poziție axilară se pot deriva din flori terminale. Într-o serie de cazuri, florile axilare au luat naștere prin reducerea treptată a inflorescențelor axilare, cum se poate demonstra la *Clematis, Ononis* și multe labiate.

Inflorescențele reprezintă modalități derivate de dispunere a florilor, în raport cu florile solitare. Unei inflorescențe tipice îi lipsesc frunzele dezvoltate normal (trofofile). Axele primare, secundare sau terțiare etc. ale unei inflorescențe își au originea în axila bracteilor (frunze acoperitoare). Bracteola unei axe devine bractee pentru axa de ordin imediat următor.

În cazul multor inflorescențe primitive nu există o delimitare clară între frunzele vegetative și bractei. În aceste cazuri forma se simplifică treptat și frunza nu mai este împărțită în pețiol și lamină, nu mai exercită în mod eficient fotosinteza și devine astfel bractee. La inflorescențele mai puternice specializate se poate observa o trecere bruscă de la frunze la bractei. Ca o regulă generală, în inflorescențe lipsesc nomofilele dar se află hipsofile sub formă de bractei, bracteole, involucru, palei, utriculă, spat.

Gruparea florilor în inflorescențe a dobândit în timp importante valențe biologice pentru angiospermele respective. După părerea lui Parkin (1914) avantajul cel mai important este legat de faptul că în inflorescențe, alcătuite din mai multe flori, care se deschid treptat, nu există pericol, ca în cazul unei flori solitare, ca întreg lăstarul să rămână steril prin vătămarea sau nepolenizarea singurei flori. Deschiderea pe rând a florilor din inflorescență este fără indoială un mare avantaj biologic față de aflarea deschisă pentru un timp scurt a florii singulare.

Pe de altă parte, gruparea florilor în inflorescențe ușurează, fără indoială, polenizarea, în general, a florilor, dar reprezintă și o perfecționare a polenizării încrucișate. O insectă, de exemplu, poate poleniza, într-o unitate de timp, mai multe flori dintr-o inflorescență, decât mai multe flori singulare. În afară de aceasta, apariția uneia sau a altei forme de inflorescență este legată de formarea unui anumit tip de fruct compus dar și a unor variate adaptări pentru răspândirea fructelor și semințelor, aspecte care trebuie studiate mult mai detaliat.

Apariția inflorescențelor. În decursul evoluției angiospermelor, inflorescențele au putut apărea pe mai multe și diferite căi.

În multe cazuri, inflorescențele se formează dintr-o grupă de flori solitare terminale, prin scurtarea lăstarilor purtători de flori singulare și transformarea frunzelor vegetative în bractei. Deși unii autori presupun că acesta este modul cel mai larg răspândit, dacă nu singurul, de apariție a inflorescențelor, după Parkin, această cale este limitată la puține angiosperme primitive. De exemplu, la unele specii de *Magnolia* (*M. denudata, M. parviflora, M. stellata*) se pot urmări stadii de dezvoltare regresivă a frunzelor și transformarea lor în bractei, de unde pornesc axele purtătoare de flori. În unele cazuri se mai păstrează una sau două frunze vegetative, care se desfac abia după ofilirea florilor.

Nu este exclusă posibilitatea ca în puține cazuri să se fi format inflorescențe prin apropierea (agregarea) mai multor flori cu poziție axilară, ca de exemplu la *Trochodendron aralioides* (după Takhtajan, 1959).

După unii autori (Parkin, 1914) cele mai numeroase inflorescențe s-au putut forma prin apariția pe un lăstar cu floare terminală, a mai multe flori axilare. Sunt necesare însă, mai multe cercetări speciale asupra apariției și evoluției heterocrone a diferitelor tipuri de inflorescențe, la diferite grupe și pe diferite trepte de evoluție ale angiospermelor.

Clasificarea inflorescentelor.

Inflorecenţele se împart în două mari grupe: cimoase sau simpodiale şi racemoase sau monopodiale (fig. 237; fig. 238; fig. 239).

La inflorescenţele cimoase sau simpodiale axa principală se termină, de timpuriu, cu o floare, şi cu aceasta încetează creşterea ei în lungime. Celelalte flori se formează din axele laterale, care se ramifică sub floarea terminală şi o depăşesc în lungime. Apariţia şi deschiderea florilor este bazipetală (de sus în jos) sau centifugală (de la centru spre periferie).

La inflorescenţele racemoase sau monopodiale, în schimb, axa principală nu se termină cu o floare ci cu un mugure vegetativ, datorită căruia poate creşte potenţial în lungime, iar celelalte flori se formează pe lăstarii laterali. Florile apar şi se deschid acropetal (de la bază spre vârf), iar floarea terminală nu este depăşită de florile laterale.

Formele primitive de inflorescenţe cimoase şi racemoase se pot deosebi relativ uşor pe baza acestor caractere, însă tipurile lor cele mai specializate şi în special cele mai reduse, adesea cu greu se pot separa unele de altele. De asemenea, inflorescenţele racemoase şi cimoase pot trece frecvent una într-alta, apar, astfel, tipuri intermediare. De aceea, este foarte greu de a clarifica ce tip (sau tipuri) de infloresceţe trebuie considerat primitiv şi care derivat.

După mai mulţi autori, se consideră că evoluţia inflorescenţelor s-a desfăşurat în altă direcţie decât a ramificaţiei vegetative.

La angiosperme, ramificaţia vegetativă monopodială este considerată primară, mai primitivă în raport cu cea simpodială, considerată secundară, derivată.

În privinţa evoluţiei inflorescenţelor, Takhtajan (1959) aduce numeroase argumente în sprijinul ipotezei sale că cele cimoase (simpodiale) (fig. 237) au apărut mai întâi, pe diferite trepte de evoluţie a angiospermelor, iar din acestea au putut deriva cele racemoase (monopodiale) (fig. 238).

1. Inflorescentele cimoase cele mai primitive sunt cele monochaziale simple, la care de sub floarea singulară terminală se dezvoltă numai un lăstar cu o floare. Monochaziul simplu cu două flori reprezintă un stadiu intermediar de la floarea solitară la dichaziul simplu, adică inflorescenţa cu două ramificaţii purtătoare de flori situate sub floarea terminală.

Stadiile de început ale apariţiei unei inflorescenţe cimoase primitive se pot urmări la diferiţi reprezentanţi ai genului *Paeonia* (*P. suffruticosa, P. lutea* ş.a.), la genuri din fam. *Ranunculaceae, Papaveraceae, Rosaceae* ş.a. La fam. *Caryophyllaceae*, dichasiul simplu ia naştere la plante cu frunze opuse şi atunci ramurile dichaziului sunt, de asemenea, opuse.

Dichaziul simplu reprezintă punctul de plecare pentru apariţia dichaziului compus, prin ramificare repetată a axelor laterale (alterne sau opuse), care poartă în vârful lor câte o floare. Inflorescenţe dichaziale mai puţin compacte s-au format la specii de *Ranunculus, Potentilla,* multe *Caryophyllaceae* sau mai compacte ca la speciі ale genului *Beta* (*Chenopodiaceae*) ş.a. Prin scurtarea internodiilor din dichasiul compus a putut rezulta dichaziul sub formă de umbelă sau în formă de capitul.

Dichaziile compuse în procesul evoluţiei au suferit transformări considerabile, încât, deseori, cu greu se poate stabili natura lor morfologică adevărată. Foarte interesante sunt dichaziile compuse în formă de capitul de la *Dipsacaceae, Rubiaceae, Valerianaceae* şi siconele de la *Moraceae*.

La *Rubiaceae*, evoluţia inflorescenţelor începe cu dichaziile simple, care trec în cele compuse, iar din agregarea florilor acestora se formează capitule aproape sferice, dense, la care ovarele lor, cu poziţie inferioară, frecvent concresc împreună. Aceste inflorescenţe capituliforme dense sunt înconjurate de un înveliş alcătuit din bracteolele florilor externe. Transformări puternice au suferit şi dichaziile compuse de la *Urticaceae* şi *Moraceae*. Mai ales la *Ficus* acestea au dobândit un aspect cu totul specific, cu florile situate pe partea internă a inflorescenţei generale, de forma unei urne.

Remarcabilă este şi evoluţia inflorescenţelor dichaziale compuse de la *Betulaceae* şi *Corylaceae*. Pe axul comun, în axila fiecărei bractei se află un dichaziu cu trei flori (cimula), la care floarea mijlocie lipseşte adesea. Uneori lipsesc florile laterale şi se dezvoltă numai floarea mijlocie. Şi în aceste cazuri, cercetarea sistemului conducător dovedeşte că la origine au fost dichazii compuse.

Inflorescenţele *Fagaceae*- lor sunt mult mai specializate decât ale *Betulaceae*- lor. Tipul cel mai primitiv este întâlnit la genul *Lithocarpus*. La acesta, amenţii (mâţişorii) prezintă dichasii cu 3-7 flori (uneori mai multe). În cadrul speciilor acestui gen se poate urmări tendinţa de reducere până la dispariţie a florilor terminale ale dichasiilor. La genurile *Castanea* şi *Pasania* florile masculine sunt grupate în dichasii c u 3-7 flori ca la *Lithocarpus*. Florile feminine dichaziale au numai trei flori; la genul *Castanopsis* are loc o reducere şi mai pronunţată, încât atât dichasiile masculine, cât şi cele feminine, conţin numai una până la trei flori. La genul *Quercus* are loc o evoluţie şi mai pronunţată, încât atât dichaziile masculine cât şi cele feminine sunt alcătuite numai din câte o floare (cea mijlocie) şi la acestea lipsesc şi bracteolele. A treia direcţie de evoluţie a inflorescenţelor *Fagaceae-* lor o reprezintă genurile *Fagus* şi *Nothofagus*. La *Nothofagus*, în axilele bracteelor se află dichazii singulare, de obicei cu trei flori, uneori cu două sau o singură floare. În inflorescenţele masculine de la *Fagus*, dichaziile masculine sunt reduse la o singură floare , sunt lipsite de bracteole şi aglomerate în vârful axului sub formă de capitul. Inflorescenţa feminină este un dichaziu cu două flori, la care s-au menţinut numai florile laterale, în timp ce floarea mijlocie a avortat. La exterior se află cupula, care devine cupa de mai târziu a fructului.

Monochaziul (cima cu o axă sub floarea terminală) la dicotiledonate prezintă două variante:

- bostrixul (cima helicoidală sau în şurub), la care toate florile stau pe partea dorsală a axei principale înfăşurată în şurub (helicoidal). Se întâlneşte la *Hypericum sp.* dar şi la unele monocotiledonate (*Gladiolus sp.*, *Hemerocallis sp.*).

- cincinul (cima scorpioidă), la care axele laterale cu flori se formează alternativ, pe ambele laturi ale axei principale. Se întâlneşte la *Boraginaceae*, unele *Solanaceae*, *Phacelia* ş.a.

La monocotiledonate monochaziul prezintă trei variante:

- drepaniul (cima seceră), la care, fiecare nouă axă, apare pe una şi aceeaşi parte şi în acelaşi sens, cu toate florile îndreptate spre o parte. Se întâlneşte la *Juncus sp.* (fig. 239-C: 7).

- ripidiul (cima evantai) când axele laterale purtătoare de flori se formează alternativ pe ambele laturi. Se întâlneşte la *Iridioideae* şi *Juncus effusus*.

- monochaziul umbelat la *Butomus umbellatus*, *Allium sp.*, *Agapanthus sp.* Se compune din mai multe monochazii cu internoduri scurtate.

O formă superioară a inflorescenţei cimoase o reprezintă pleiochaziul (fig. 239-B-5). La aceasta, sub floarea terminală se formează mai mult de două axe laterale purtătoare de flori. Pleiochaziul se derivă din dichaziu prin creşterea numărului de axe laterale. Se întâlneşte la *Helleborus foetidum*, *Thalictrum elatum*, *Th. foetidum* ş.a.

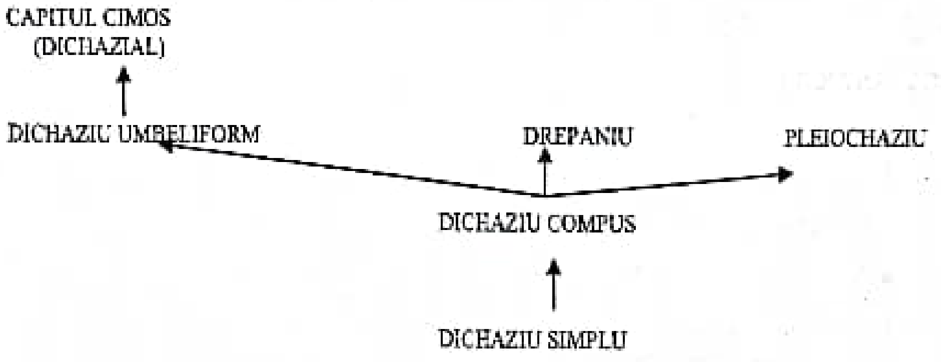


Fig. 237. Schema evoluţiei inflorescenţelor cimoase (adaptat după Takhtajan)

2. Inflorescenţele racemoase sau monopodiale (fig. 238).

Forma cea mai primitivă a acestor inflorescenţe o reprezintă racemul. Un racem este o inflorescenţă monopodială alungită, cu mai multe flori, ce se formează de la subsuoara bracteilor şi care se deschid, una după alta, acropetal. Racemul se poate deriva de la pleiochasiu şi se poate urmări la genurile *Aconitum* şi *Thalictrum* şi în cadrul familiilor *Fumariaceae* şi *Campanulaceae*.

Prin scurtarea până la dispariţie a pedicelilor florilor din racem se formează spicul cu flori sesile (*Plantago sp.*). La *Trifolium*, *Campanula glomerata* ş.a. s-a format un spic specific numit capitul spiciform (corimb simplu), care nu trebuie confundat cu capitulul cimos autentic de la *Dipsacaceae*. De la spic se poate deriva *spadixul*, prin îngroşarea axei, care devine cărnoasă ca la *Araceae*. Spadixul nu trebuie confundat cu ştiuletele aparent al porumbului, care este o inflorescenţă compusă. Tot din spic se poate deriva amentul (mâţişorul) cu flori unisexuate sesile, dispuse pe o axă principală subţire şi flexibilă (*Populus*, *Corylopsis* ş.a.) sau mai rigidă (*Salix sp.*). Din racem a derivat *paniculul* la care axele laterale se ramifică şi poartă în vârf flori sau inflorescenţe simple (*Avena*, *Poa*, *Festuca* ş.a.). Tot din racem se poate deriva şi corimbul simplu (racem umbeliform) cu axa principală lungă, la care axele laterale, inegal de lungi, se ordonează în vârf într-un plan orizontal (*Viburnum lantana*, *Spiraea van houttei* ş.a.). Din corimb se poate deriva umbela, cu axa principală foarte scurtă, iar florile solitare, dispuse pe pediceli inegali, se ordonează mai mult sau mai puţin în acelaşi plan orizontal. Numai florile externe prezintă bractei la baza pedicelilor (*Araliaceae*, unele *Apiaceae, Malus, Primula vulgaris* ş.a.).

Din umbelă rezultă o formă mult specializată a inflorescenţelor racemoase numită capitul umbeliform. Axa principală se îngroaşă, ia forma de disc sau mai mult sau mai puţin sferică. Pe aceasta se inseră flori cu pediceli foarte mult scurtaţi, încât uneori sunt foarte greu recognoscibili. Capitulul umbeliform este înconjurat de un înveliş din mai multe hipsofile şi se întâlneşte la unele *Apiaceae* (*Sanicula, Eryngium* ş.a.). La *Asteraceae* (*Compositae*) se află o variantă de capitul numită calatidiu (antodiu).

O formă intermediară între inflorescenţele pur cimoase şi pur racemoase o reprezintă tirsus (tyrsus) (fig. 239-C: 8, 9).

Tirsus este inflorescenţă spiciformă sau racemiformă, deci cu axul principal monopodial, dar pe acesta în locul florilor singulare se află inflorescenţe simpodiale (cimoase) ca la *Syringa , Aesculus*, unele *Lamiaceae, Scrophulariaceae* şi altele.

Prin diviziunea sarcinilor între florile din inflorescenţe, prin adăugarea de axe sau accesorii, iau naştere noi unităţi biologic funcţionale, analoage florilor solitare. Astfel, la *Euphorbia* au apărut ciathiile, calatidiile la *Asteraceae, Dipsacaceae* etc. sau florile capcană de la *Arum*. Aceste construcţii reprezintă faza finală a şirurilor dezvoltării în cadrul inflorescenţelor.

Inflorescenţele racemoase şi cimoase (fig. 239) se combină în moduri foarte variate, alcătuind inflorescenţe compuse, extrem de diverse, uneori greu de interpretat morfologic.

Importanţa biologică a inflorescenţelor derivă din avantajele pentru polenizarea entomofilă. Multe flori, mai mici şi îndesuite, au faţă de polenizatori valoare de stimul mai mare decât flori mari solitare. Se formează aşa-zisele „flori biologice" prin promovarea pe marginea inflorescenţelor a unor flori mai mari (ca la unele umbelifere, compozite, *Viburnum opulus*, unele crucifere etc.) cu valoare de stimul optic atractiv pentru insecte. Aceeaşi valoare stimulativă o au şi bracteele mai mari şi mai colorate de la marginea inflorescenţelor, ca la *Astrantia major, Cornus suecica* ş.a.

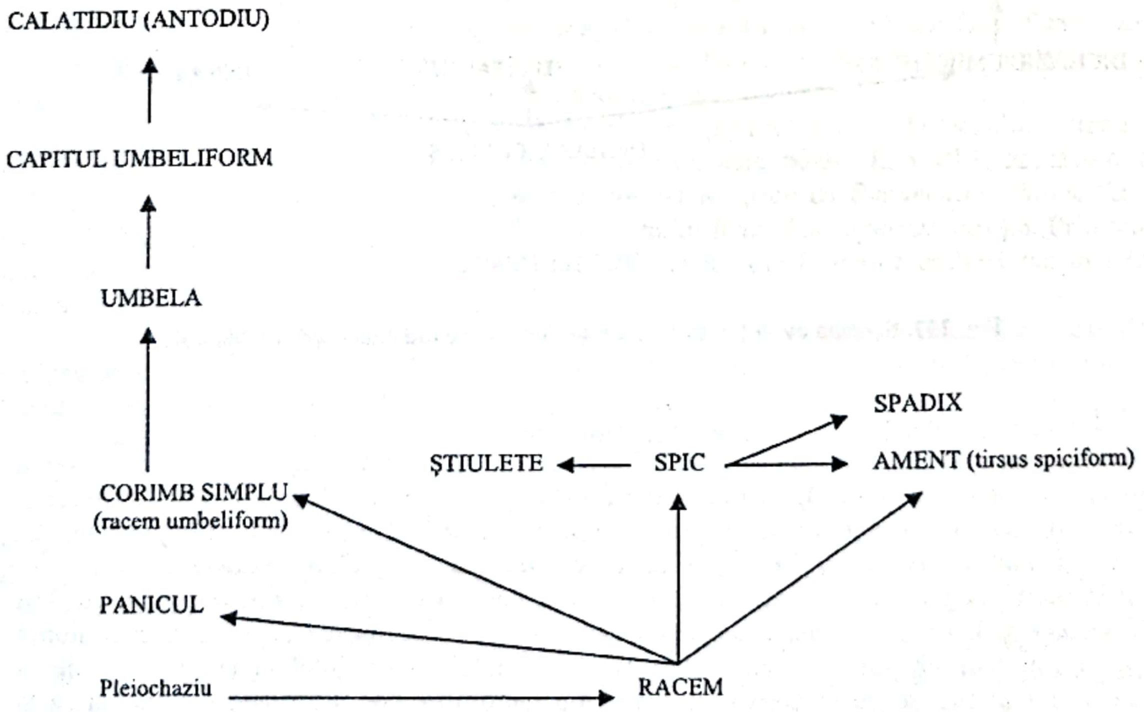


Fig. 238. Schema evoluţiei inflorescenţelor racemoase (adaptat după Takhtajan, Rothmaler)

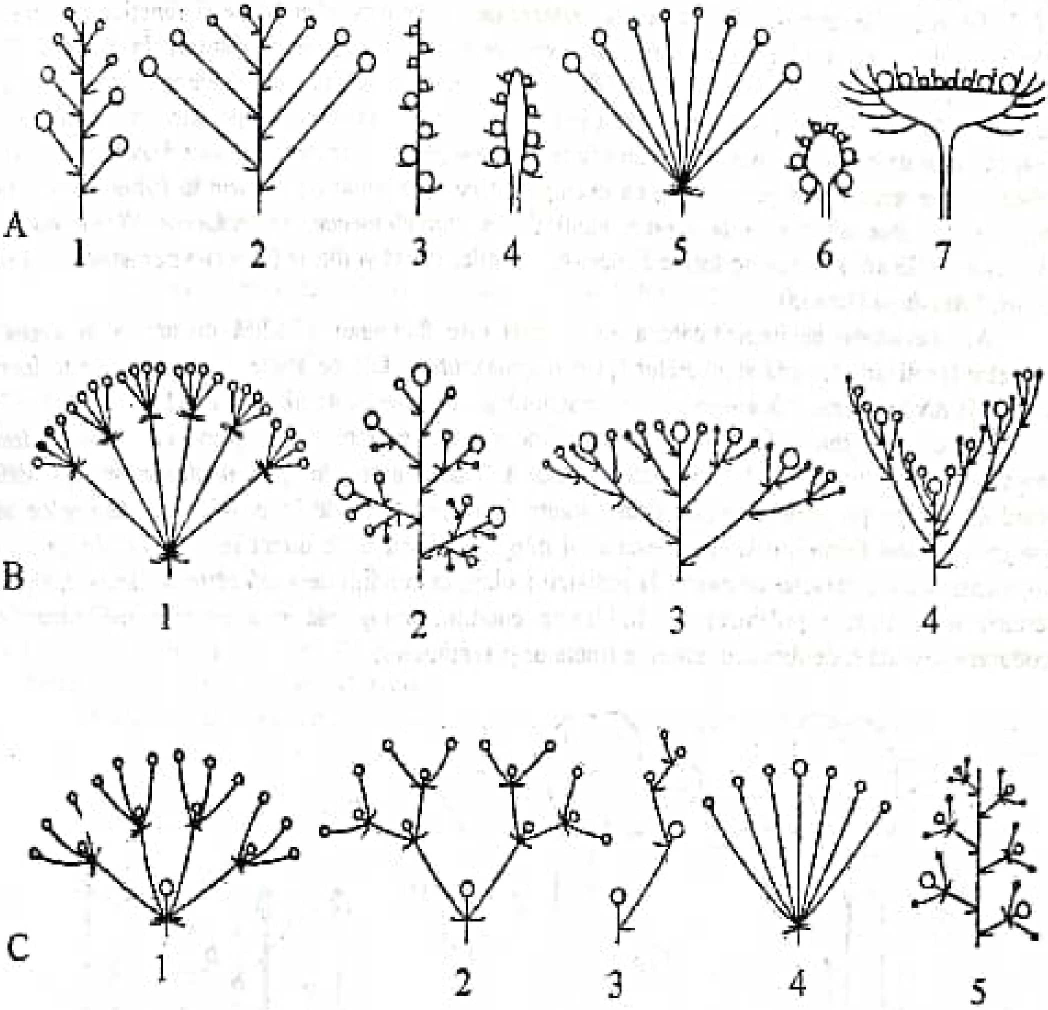


Fig. 239. Tipuri de inflorescențe: A – RACEMOASE SIMPLE: 1 – Racem cu pedunculii florilor neramificați, de-a lungul unei axe principale (rahisul racemului) (la *Brassica napus*, *Ribes nigrum* ș.a.); 2 – Corimb simplu (racem umbeliform) la care pedicelii florilor sunt inegal de lungi și stau aproape în același plan (la *Ornithogalum umbellatum*, *Pyrus*, *Iberis* ș.a.); 3 – Spic cu flori sesile situate de-a lungul rahisului (la *Plantago sp.*); 4 – Spadix (spadice) - spic cu rahis gros, cărnos, pe care stau flori mici, îndesuite (la *Arum sp.*, *Thypha sp.* ș.a.); 5 – Umbelă simplă, pedicelii cu originea în același punct, terminați cu câte o floare, înflorirea de la exterior către interior (la *Primula off.* ș.a.); 6 – Capitul cu flori sesile bracteate, îndesuite pe un rahis în formă de disc sau con (*Trifolium pratense*, ș.a.); 7 – Antodiu (calatidiu) cu flori sesile pe un rahis în formă de disc sau farfurie, totdeauna înconjurat de un involucru calatidial (*Asteraceae*, *Scabiosa* ș.a.); B – RACEMOASE COMPUSE: 1 – Umbelă compusă, la care fiecare radie a umbelei poartă în vârf o umbelă simplă (umbelulă); la baza umbelei compuse se poate afla involucru, iar la baza umbelulei involucelul (se află la majoritatea apiaceelor - *Umbeliferae*); 2 – Paniculi, la care de pe axul principal (rahis) pornesc axele laterale terminate cu flori; 3 – Corimb compus (paniculi umbeliform), la care florile care stau aproximativ în același plan sau ca o suprafață boltită în sus (*Sambucus nigra*, *Viburnum lantana* ș.a.); 4 – Antela (paniculi infundibuliform) este paniculi sau cimă, la care florile inferioare au pediceli foarte lungi încât inflorescența ia aspect de pâlnie (la *Filipendula vulgaris*, *Juncus articulatus* ș.a.); C – CIMOASE: 1 - Pleiocaziu cu o floare terminală ce înflorește prima, de sub care pornesc mai mult de 2 axe laterale ce se termină cu flori ș.a.m.d. (la *Pelargonium zonale*, *Sedum sp.* ș.a.); 2 – Dicheziu compus, la care de sub floarea terminală pornesc câte două axe, care se ramifică asemănător și se termină cu câte o floare (la multe *Caryophyllaceae*, *Valerianella* ș.a.); 3 – Monocheziu – varianta drepaniu, la care de sub floarea terminală pornește o singură ramificație laterală care se termină cu o floare ș.a.m.d. (*Juncus sp.*, ș.a.), 4 – Tirs umbeliform la *Allium sp.*, *Holosteum sp.*, dar care nu înflorește regulat din exterior către interior; 5 – Tirs – inflorescență intermediară, cu axul principal monopodial, dar cu ramificații simpodiale terminate cu flori în cime (la *Aesculus sp.*, *Syringa sp.* ș.a.) (după Rothmaler)

12. Evoluția polenizării

În procesul de evoluție a angiospermelor, polenizarea a jucat un rol foarte important în evoluția florilor și inflorescențelor. Pentru majoritatea preponderentă a angiospermelor actuale este caracteristică polenizarea cu polen străin (alogamia). Polenizarea cu polen propriu sau autogamia (autopolenizarea) este o fundătură a dezvoltării, care duce la scăderea vitalității, prevestind o degardare și până la urmă o dispariție a grupelor respective de angiosperme.

De aceea, la angiosperme au apărut numeroase mecanisme structurale și funcționale care să evite autopolenizarea (autogamia) și să favorizeze polenizarea străină (alogamia). În acest sens o importanță hotărâtoare o au stilodiile sau stilurile și stigmatele, ca filtre biologice ale dezvoltării. De cele mai multe ori ele împiedică germinarea polenului și formarea tuburilor polinice, nu numai de la alte specii ci și de la aceeași plantă. Mecanismele de incompatibilitate genetică s-au dezvoltat treptat și au fost întărite treptat prin heterostilie, cu exemplul clasic prezentat de Darwin la *Primula sp.* (fig. 240), dar dovedite ulterior și la reprezentanți dintre *Polygonaceae, Oxalidaceae, Boraginaceae, Rubiaceae* ș.a. În afară de aceste forme dimorf-heterostile, există și forme trimorf-heterostile (*Lythrum salicaria*) (tot după Darwin).

Alt mecanism de împiedicare a autogamiei este dichogamia, adică maturarea în avans a staminelor (proterandria) sau stigmatelor (proteroginia), unele față de altele. Proterandria este foarte frecventă la diverse familii de angiosperme, în schimb proteroginia este mult mai rară.

În cele mai multe familii de angiosperme au luat naștere multe grupe cu autopolenizare (autogamie) facultativă și în cele din urmă obligată. A dispărut autoincompatibilitatea genetică și astfel polenul ajunge pe propriile stigmate prin curgere în jos, mișcări de înconvoiere a staminelor sau cleistogamia, când florile nu se mai deschid și mugurele florii trece direct în fruct (*Viola sp.* ș.a.). Autopolenizarea are caracter adaptativ la indivizii izolați, în condiții de viață extreme (arctice, alpine, deșerturi) unde lipsesc polenizatorii. În aceste condiții, autogamia este singura modalitate de reproducere sexuată și de formare, astfel, a fructelor și semințelor.

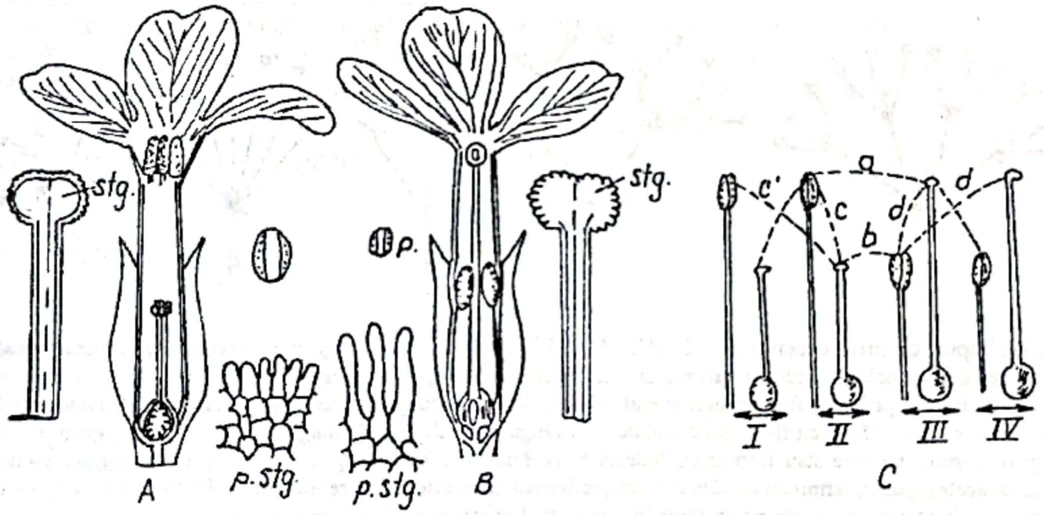


Fig. 240. Polenizarea încrucișată la *Primula afficinalis*: A – floare brevistilă; B – floare longistilă; stg – stigmat; p. stg. – papile stigmatice; p – grăuncior de polen; C – schema polenizării la florile heterostile: I, II – flori brevistile; III, IV – flori longistile

Autopolenizatorii obligați au flori mici, neînsemnate, fără parfum și nectar, mărimea și respectiv numărul staminelor și petalelor este adesea redus ca și cantitatea de polen. Ca exemplu se poate da secara alogamă cu antere foarte mari, exerte, în comparație cu grâul și orzul autogam.

Deseori, apare un sistem de echilibru avantajos pentru plante între alogamie și autogamie. Asrfel, la unele specii, se deschid mai întâi florile și fac posibilă alogamia, iar spre sfârșitul antezei se realizează autopolenizarea. La unele specii de *Viola* sau *Oxalis acetosella* există un echilibru corespunzător între florile normale care se deschid (chasmogame) și florile reduse, asemănătoare mugurilor, care nu se deschid (cleistogame), situate pe același individ. La *Lamium amplexicaule* s-a dovedit o înclinație spre cleistogamie, în special la începutul și sfârșitul antezei. La unele plante a apărut unisexualitatea secundară sub formă de monoecie (porumbul), dioecie (cânepa), trioecie (unele cariofilacee ca *Silene, Melandrium* ș.a.) sau poligamia, ca o adaptare la polenizarea prin intermediul vântului.

Hercogamia reprezintă o altă adaptare pentru a se împiedica autofertilizarea la florile bisexuate. Aceasta se referă la o mai puternică separare spațială a anterelor și stigmatelor în floare.

Dichogamia şi hercogamia nu exclud polenizarea cu polen de la florile vecine, însă la florile autocompatibile acţionează împotriva autogamiei şi favorizează alogamia.

Cercetări morfologice şi filogenetice au dovedit că autogamia (autopolenizarea), în toate cazurile are caracter secundar şi a derivat din polenizarea cu polen străin (alogamia).

Alogamia se realizează în moduri foarte variate. Mijloacele cele mai importante pentru transferul polenului sunt insectele, vântul şi păsările. La unele plante polenul este transferat prin intermediul apei, ca la *Valisneria* (Sârmuliţă), *Ceratophyllum* (Cosor) şi alte câteva specii acvatice. Polenizarea prin intermediul liliecilor se realizează la *Musa paradisiaca* (Bananier), *Adansonia digitata* (Baobabul), *Bauhinia megalandra*, *Ceiba pentandra* ş.a. Şi alte mamifere pot îndeplini funcţia de polenizatori ca de exemplu unele maimuţe, veveriţe, şoareci sau şobolani, unele marsupiale etc.

În legătură cu evoluţia polenizării, se discută care tip de polenizare a reprezentat punctul de plecare în evoluţia angiospermelor: anemofilia, hidrofilia sau o anumită formă a zoofiliei.

Încă din 1904, Robertson a prezentat dovezi foarte convingătoare despre caracterul primar al entomofiliei angiospermelor ca şi pentru apariţia secundară a celorlalte modalităţi de polenizare. El a demonstrat că anemofilia, considerată, mai înainte şi uneori şi astăzi, ca cea mai primitivă formă de transfer a polenului la angiosperme, reprezintă o formă secundară a polenizării. Florile anemofile prezintă unele caracteristici care denotă că au derivat, prin reducere şi simplificare, din cele zoofile.

Din florile anemofile se formează fructe indehiscente cu o sămânţă, în timp ce florile entomofile tipice, mai primitive, dau naştere la fructe dehiscente cu mai multe sau multe seminţe. Trecerea de la entomofilie la anemofilie este însoţită de o reducere a numărului de ovule în ovar. Acest lucru este legat de faptul că pentru o floare anemofilă este mai dificil de a obţine o cantitate suficientă de polen pentru un număr mare de ovule.

Ovarul cu un număr mare de ovule şi respectiv fructul cu mai multe seminţe – un caracter primitiv – este caracteristic pentru plantele entomofile. Ovarul şi stigmatul s-au dezvoltat la angiosperme abia după apariţia şi perfecţionarea entomofiliei.

Mijlocitorii primordiali ai polenizării, cu polen străin, la angiosperme au fost, fără îndoială, reprezentanţi ai regnului animal: mai întâi insecte, lilieci, apoi păsări mici şi alte câteva grupe de animale.

A. Polenizarea prin intermediul animalelor (zoofilie sau zoogamie) presupune că animalele care polenizează trebuie să aibă o anumită construcţie a corpului, a aparatului bucal, un anumit mod de comportament, anumite necesităţi de hrană ca să fie determinate să viziteze, în mod regulat, anumite flori şi să se oprească un timp suficient de lung în acestea. Florile trebuie să fie capabile să suporte solicitarea mecanică, polenul să rămână bine fixat pe vizitatori, în anumite locuri, încât să ajungă cu suficientă siguranţă pe stigmatul altor flori. Florile polenizate prin animale dispun la rândul lor de mijloace de ademenire optică (culoare, conformaţie, etc.), olfactivă (miros, etc.), şi de polen lipicios.

În decursul evoluţiei angiospermelor a avut loc o puternică şi treptată diferenţiere a mijloacelor de ademenire, a stimulenţilor pentru anumite animale ca şi a construcţiei particulare a florilor, în scopul câştigării pentru polenizare a tot mai multe grupe de animale. Din vizite întâmplătoare la început, pe anumite flori, ale unor animale, s-au dezvoltat treptat legături strânse între unele şi celelalte, spre avantajul ambelor. Specializarea progresivă în ademenirea anumitor vizitatori, care preiau polenul şi îl transportă cu mai multă precizie pe stigmate, face pentru plante o polenizare progresiv mai sigură cu o economie de polen de la individ la individ şi cu aceasta o dezvoltare mai sigură a seminţelor. S-a calculat că pentru o plantă polenizată prin intermediul vântului sunt necesare 10^6 grăunciori de polen pentru un ovul, iar la plante specializate pentru polenizarea prin insecte (de ex. la *Orchidaceae*) raportul este de 1:1.

Pentru vizitatorul specializat al florilor, concurenţa cu alţi vizitatori este micşorată dar şi polenizarea, ţintită în anumite locuri ale florii, este plantei de mare folos, pentru formarea seminţelor, cu consum mai mic de polen.

Dezvoltarea istorico-evolutivă a angiospermelor prin anumite grupe de animale potrivite pentru aceasta, se poate înţelege ca o coevoluţie, condiţionată reciproc. Adaptarea reciprocă a celor doi parteneri a devenit, deseori, aşa de înaintată, încât unul fără celălalt nu pot exista.

În continuare se prezintă modalităţile de polenizare zoofilă.

1. Polenizarea entomofilă (entomofilia) şi perfecţionarea treptată a acesteia au impus dezvoltarea unor structuri speciale în floare pentru ademenirea insectelor: apariţia nectariilor, înveliş floral diversificat, alcătuit, de regulă generală, din caliciu şi corolă, apoi formarea tubului floral prin concreşterea sepalelor, petalelor şi staminelor, dezvoltarea gineceului coenocarp, a ovarului cu poziţie inferioară. Trecerea de la florile actinomorfe la cele zigomorfe, la unele linii de dezvoltare dintre

angiosperme, a avut mare însemnătate în perfecţionarea entomofiliei. Evoluţia corelată a florilor şi insectelor polenizatare (coevoluţia) a impus treptat o anumită standardizare în structura şi dimensiunile atât ale florilor cât şi ale insectelor polenizatoare.

Primii polenizatori dintre insecte, erau, la fel ca şi primele flori, extrem de primitivi. Florile nu prezentau structuri specializate pentru ademenirea optică sau olfactivă a insectelor, iar morfologia şi activitatea nervoasă a insectelor nu erau suficient de specializate pentru a garanta exercitarea eficientă a funcţiunilor polenizatorilor entomofili. Cei doi parteneri, floarea şi insectele, au evoluat şi s-au specializat structural şi funcţional în cursul evoluţiei pe baza selecţiei reciproce şi a coevoluţiei. Intensitatea acestui proces a sporit treptat cu crescânda specializare a unora cât şi a celorlalţi.

Mijlocul iniţial de ademenire al florilor angiospermelor a fost, neîndoielnic, hrana oferită vizitatorilor. Mai întâi a fost polenul produs în cantitate mare de către florile de primăvară dintre *Magnoliopsida* şi unele *Ranunuculidae* ca *Winteraceae*, unele *Nymphaeaceae*, *Anemone*, *Papaver* ş.a. Ca flori de polen secundare sunt considerate secundar poliandricele *Rosidae* (ca *Paeonia, Rosa*, ş.a.) Polenul este bogat în proteine, dar conţine şi lipide, glucide, vitamine şi predomină ca hrană pentru unele insecte primitive, cum sunt unele coleoptere şi ortoptere, al căror aparat bucal, nespecializat, este adaptat pentru rupt şi mestecat, provocând totodată şi daune organelor florii. De asemenea, polenul este utilizat ca hrană pentru larvele de viespi, albine şi bondari, cu aparat bucal specializat pentru rupt, lins şi supt.

Polenul, însă, este un produs al florii prea preţios pentru a putea fi folosit necontrolat şi neeconomic de către unele grupe de insecte. De aceea, în floare a început să fie produs, pentru hrănirea acestora, un produs glucidic mai echitabil şi anume nectarul. Pentru producerea şi depozitarea nectarului s-au dezvoltat în floare structuri speciale – nectariile.

Nectariile pot fi situate în floare sau extrafloral. Nectariile florale se diferenţiază pe diferite componente ale florii. Din punct de vedere filogenetic – evolutiv s-a înregistrat o tendinţă a migrării nectariilor florale de pe elementele periantului pe ciclurile interne ale florii (stamine, ovare, stile, stigmate). Nectarii extraflorale se află pe peţioluri sau stipule.

Majoritatea covârşitoare a angiospermelor de astăzi, polenizate de animale, sunt desemnate ca flori de nectar. Oferta de nectar a condus şi la o îmbunătăţire a aparatului bucal de supt al vizitatorilor florilor, cum se întâlneşte la himenoptere (viespi şi furnici) şi ulterior la mai tinerele *Aphidae* (albine şi bondari) şi unele diptere (muştele bondar).

Ca nectarii funcţionează de cele mai multe ori discuri ale receptaculului, stamine transformate, anumite ţesuturi de pe petale, sepale sau carpele. Iniţial, nectarul s-a aflat, mai mult sau mai puţin liber, accesibil feluriţilor vizitatori ai florilor (cu aparat bucal scurt). Mai târziu, acesta devine înmagazinat în rezervoare speciale (în pintenii goi al florilor de la *Viola, Linaria, Corydalis* ş.a. sau în tuburile lungi ale florilor de la unele *Scrophulariaceae, Solanaceae* etc.) accesibile numai anumitor insecte, cum sunt fluturii cu trompa lungă.

În unele cazuri, instinctul de reproducere al unor insecte este folosit de către flori. Este cazul smochinului (*Ficus carica*), a cărui inflorescenţă în formă de urcior, prezintă pe partea internă trei feluri de flori: masculine şi două tipuri de flori feminine- cu stil lung şi stil scurt. Numai florile cu stil lung formează seminţe, iar cele cu stil scurt sunt numite „flori gală". Ele servesc unei viespi (*Blastophaga psenes*), înzestrată cu un ovopozitor suficient de lung, pentru depunerea ouălor în ovar. Larvele formate se hrănesc cu o parte a seminţelor care se dezvoltă. Fructul compus format (sicona) este consumat de om împreună cu larvele (ca proteină).

Florile unui gen de orhidee mediteraneene – *Ophrys* – imită prin formă, acoperirea cu peri şi miros, femelele unor albine şi viespi şi îndeamnă astfel masculii la împerechere, realizând astfel polenizarea. Acestea poartă numele de flori înşelătoare, care ademenesc anumite animale fără a le oferi ceva în schimb.

La unele angiosperme se întâlnesc şi aşa-numitele flori capcană alunecătoare. Astfel, la *Aristolochia clematitis* (Cucurbeţică), floarea prezintă un perigon alcătuit din trei tepale galbene concrescute într-un tub. Tubul perigonului are trei părţi: superioară, de alunecare, mijlocie cu peri rigizi orientaţi cu vârful în jos şi a treia, capcana, în partea inferioară. La înflorire, floarea emană un miros neplăcut, de hoit, care atrage anumite muşte. Insecta pătrunde în floare, însă nu poate ieşi decât după două, trei zile, după ce, zbătându-se, descarcă polenul adus din altă floare. După polenizare, perişorii, care au împiedicat insecta să scape din captivitate, se ofilesc şi îi dau voie să iasă afară.

Arum maculatum (Rodul pământului) are o inflorescenţă caracteristică, care, prin substanţe urât mirositoare emanate la înflorire, ademeneşte chimic unele insecte polenizatoare. Florile unisexuate sunt grupate pe un spadix gros, care, în partea superioară este nud şi se termină cu un apendice claviform. În partea inferioară, pe spadix, se află flori feminine, spre vârf cele masculine, iar la mijloc flori sterile („flori piedică"), ce se termină cu spini groşi. Inflorescenţa este învelită într-un spat infundibuliform, la bază lărgit ca un cornet, spre mijloc puţin ştrangulat şi în partea superioară din nou lărgit. După deschiderea spatului, inflorescenţa emană un miros neplăcut de murdărie, care ademeneşte diferite muşte şi gândaci, îmbiaţi de astfel de mirosuri. Concomitent cu eliminarea substanţelor mirositoare are loc o creştere a temperaturii spadixului. Dacă insectele pătrund în aceasta, apoi să se prindă de suprafaţa interioară a spatului sau pe măciuca spadixului (coceanului), ele alunecă uşor şi cad în fundul spatului, deoarece pe o epidermă netedă şi acoperită cu picături de ulei ghearele sau discurile de fixare nu dau rezultate. O dată căzute nu mai pot ieşi, deoarece „florile piedică" şi partea îngustată a spatului prezintă suprafeţe alunecătoare. Polenul adus de insecte este depus pe stigmate, iar noaptea florile masculine situate mai sus, împrăştie polenul pe corpul insectelor. Mirosul încetează, „florile piedică" se ofilesc şi astfel insectele au posibilitatea să iasă afară. Acestea, încărcate cu polen părăsesc capcana şi pot cădea în alta.

O dată cu apariţia nectariilor, planta are posibilitatea de a limita producerea de polen şi de a-l folosi mai ales pentru transferul la alte flori, cât mai economicos şi mai eficient. Pentru aceasta este foarte important ca insectele vizitatoare să intre direct în contact cu anterele şi stigmatele. Polenul nu mai trebuie presărat peste întreg corpul insectei, ci numai pe anumite părţi ale acestuia. Cu alte cuvinte, polenul trebuie plasat pe locuri strict determinate ale insectei, care pot ajunge în contact direct atât cu anterele (în unele flori) sau cu stigmatele (în alte flori).

Numeroşi cercetători au arătat că, la multe plante entomofile specializate, se poate vorbi de o localizare strictă a polenului pe corpul insectei. Astfel, la albină polenul se localizează pe partea inferioară a capului (pe „bărbie") sau pe membrana ce ţine trompa, la fluturi, în partea anterioară a capului „între ochi". În acest mod se economiseşte polenul şi se asigură o mai eficientă polenizare. Această eficienţă impune o deosebită standardizare a componentelor florii: tubul şi forma corolei, lungimea şi poziţia staminelor şi a stigmatului. Forma şi mărimea strict determinată a componentelor florii impun o adaptare corespunzătoare şi a insectelor şi mai ales o poziţie strict stabilită în floarea, care este mereu aceeaşi, pentru ca polenul să fie plasat mereu acolo pe corpul insectei, pentru o polenizare străină eficace. Evoluţia şi selecţia a mers în direcţia localizării unei cantităţi de polen cât se poate de mică pe o porţiune strict determinată a corpului insectei (cap, picioar, abdomen etc.).

Spre deosebire de pteridofite şi gimnosperme, la angiosperme este necesară o precizie mult mai mare în transmiterea polenului. Multe transformări structurale în construcţia florii trebuie să fie interpretate numai ca adaptări cu privire la punerea în libertate, la transmiterea şi captarea polenului. Florile, la început şterse, neatrăgătoare, pot deveni treptat frapante, atrăgătoare, iar răspândirea polenului poate fi uşurată prin aderenţa acestuia de corpul unor animale şi, înainte de toate, insecte. Polenul devine lipicios datorită chitului de polen şi astfel fixarea de corpul animalului este mult îmbunătăţită. Prin apariţia florilor bisexuate, cele mai numeroase la angiospermele actuale (peste 78%), este facilitată preluarea şi predarea concomitentă a polenului de către polenizatori.

Marile avantaje ale zoofiliei se află, evident, în transferul mult mai bine ţintit al polenului prin insectele care zboară din floare în floare (indivizi ai aceleiaşi specii).

O floare entomofilă specializată este, în construcţia şi în proporţiile de mărime ale ei, adaptată mai exact pentru anumiţi transmiţători de polen, făcută oarecum după măsurile acestora. Astfel, dimensiunile florii la *Digitalis* corespund dimensiunilor bondarilor care transferă polenul. O anumită variabilitate a lungimii sau lărgimii tubuli corolei, în raport cu mărimea corpului insectei, nu poate aduce prejudicii mecanismului polenizării. În cursul coevoluţiei (florii şi insectei) se înfăptuieşte o armonizare a celor doi parteneri ai polenizării. Selecţia reciprocă elimină toate abaterile de la standard, care atinge maximum de eficienţă la florile zigomorfe.

Culorile extrem de variate ale florii sunt percepute altfel de insecte decât le percepe omul. Astfel, albinele deosebesc numai două culori: galben şi albastru şi radiaţiile din spectrul ultraviolet. În acest mod devine explicabil de ce în Europa florile colorate în roşu strălucitor sunt mai rare, deoarece aproape toate insectele (cu excepţia fluturilor) sunt „oarbe la roşu" (Fritsch, 1950, citat după Takhtajan, 1959). Multe specii cu flori roşii care aparţin la genurile *Dianthus, Daphne, Erigeron, Adenostyles*, speciile *Silene acaulis, Lychnis alpina* ş.a. sunt polenizate numai de fluturi, care spre deosebire de alte insecte, pot detecta culoarea roşie, care are rol în ademenireea optică. De asemenea, multe plante tropicale, cu flori roşii strălucitoare, sunt polenizate de fluturi, dar în special de păsări mici (ex. colibri), ai căror ochi sunt foarte sensibili la lumina roşie. Florile multor plante europene, pe care noi le desemnăm ca roşii, sunt, în realitate, purpuriu colorate şi apar albinelor de culoare albastră.

Florile albe cu reflexii ultraviolete apar ultraviolete. În schimb, florile albe, fără aceste reflexii, apar insectelor de culoare albastră-verzuie.

La numeroase angiosperme, în desfăşurarea evoluţiei, a luat naştere un colorit diferenţiat al florilor, care creează contraste pentru ochii insectelor polenizatoare. Adesea, baza tubului corolei, care conţine nectarul, este altfel colorată faţă de tubul corolei. Astfel de semne ale culorii reprezintă semne de recunoaştere, pe baza cărora insectele descoperă mai uşor nectarul. S-a demonstrat, de asemenea, însemnătatea unor desene ale florilor şi pete de culoare de pe petale ca „semne ale sucului", care reprezintă o călăuză sigură către glandele cu nectar. Nu rareori, anumite „semne ale sucului" sunt recognoscibile numai de către ochii insectelor sensibili la ultraviolet. De asemenea, motilitatea florilor întregi, sau a unor părţi ale acestora, poate reprezenta un stimul optic pentru insecte.

Forma florilor şi raporturile numerice ale părţilor lor sunt caractere de diferenţiere între diferite specii de plante. Polenizatorii percep forma florilor altfel decât omul. Unele grupe superioare de insecte polenizatoare, precum albinele, bondarii sau fluturii, pot deosebi planurile de simetrie ale florilor actinomorfe, dar nu pot deosebi figuri geometrice ca triunghiul sau pătratul.

În procesul evoluţiei s-a creat o anumită afinitate a unor polenizatori superiori pentru unele specii de plante. Darwin (1876), care a făcut cercetări amănunţite asupra polenizării la plante, susţinea că albinele şi alte câteva insecte vizitează florile unei anumite specii, favorizând polenizarea încrucişată a acesteia. Dacă numărul indivizilor unei populaţii este mic, insecta trece la altă specie. Dacă albinele au început să viziteze o plantă cu flori de un anumit tip, multe zile sau chiar săptămâni, este avantajos deoarece ele cunosc construcţia florii şi astfel economisesc timp. Acest fapt este avantajos şi pentru specia vegetală respectivă, pentru că se realizează o puternică eficienţă, nu numai cu polen de la indivizii aceleiaşi specii, ci deseori ai unei populaţii, contribuind astfel la izolarea biologică a populaţiilor.

O căutare constantă a indivizilor aceleiaşi specii, la fiecare plecare în zbor, se cunoaşte la multe coleoptere, însă a atins specializarea maximală la himenoptere (viespi, albine, bondari) şi lepidoptere adulte (fluturi).Pentru această consecvenţă la vizitarea anumitor flori a fost necesară o puternică specializare morfologică şi nervoasă a insectei, dar şi dezvoltarea la flori a anumitor mecanisme de semnalizare la distanţă: olfactivă, optică.

Forma florilor nu reprezintă premiza sigură ca anumiţi polenizatori să recunoască fără greş indivizii anumitei specii vegetale. De aceea, albinele ca şi ceilalţi polenizatori dintre insecte, se lasă conduşi în primul rând după miros (ademenirea olfactivă). Mirosul variază nu numai de la specie la specie ci şi în interiorul aceleiaşi specii.

Substanţele mirositoare specifice se revarsă din petale, polen sau alte părţi ale florii. De exemplu, inflorescenţa Araceae-lor emană un miros neplăcut pentru oameni, de hoit şi murdărie, dar care atrage anumite insecte iubitoare de astfel de mirosuri şi realizează astfel polenizarea. În contrast cu apropierea în linie dreaptă, determinată de excitarea optică, apropierea animalelor faţă de semnalul olfactiv al florilor este neregulată şi nu se face în linie dreaptă.Unele flori posedă semne ale mirosului (de exemplu corola secundară – paracorola (la *Narcissus sp.*).

Astfel, albinele au simţul mirosului foarte dezvoltat, fiind capabile să recunoască diferite mirosuri, spre deosebire de simţul văzului care este slab dezvoltat. Senzorii mirosului, la albine, se află pe antenele mobile, sunt acoperiţi de senzorii tactili, încât percepţia mirosului este legată de simţul tactil. Această asociere a celor două simţuri, olfactiv şi tactil, este foarte importantă albinelor şi utilă pentru recunoaşterea şi vizitarea florilor. Culoarea sucului nectarului sau a învelişului florii (semnalizarea optică) nu este suficientă pentru insecte pentru a recunoaşte şi găsi o anumită floare. Este necesar ca semnalizarea optică să fie legată de cea olfactivă şi, astfel, insecta condusă de mirosul emanat de diferite părţi ale florii să pătrundă în porţiunile mai ascunse ale acesteia, unde se află nectarul.

În raport cu particularităţile de construcţie şi funcţionale, varietatea florilor animalelor (zoofile) se poate grupa în câteva tipuri:

I. Euantiile sunt flori separate. În cadrul acestora se pot urmări anumite şiruri de dezvoltare, care aparţin treptelor de dezvoltare istorico-evolutivă ale florilor angiospermelor:

1. Flori în formă de disc sau farfurie, radiar simetrice, cu mai multe componente libere (*Magnolia sp.*);
2. Flori stelate la *Anemone sp.*;
3. Flori puţin stelate la *Tilia sp.*, unele *Rosaceae*;
4. Flori dorsi-ventrale în formă de drapel: *Corydalis sp.*, *Pisum sp.*, *Polygala sp.* ş.a.;
5. Flori tub la *Nicotiana sp.* ş.a.;

6. Flori labiate și personate (în formă de gură de leu) la *Lamiaceae, Scrophulariaceae* ș.a.;
7. Flori capcană la *Asclepias sp.*

Euantiile reprezintă treptele primare de evoluție, în schimb toate merantiile și pseudantiile aparțin treptelor mijlocii până la cele mai târzii de dezvoltare.

II. Merantii (flori parțiale), la *Iris sp.*, la care floarea trimeră este alcătuită din trei părți funcționale, fiecare formată din tepala externă, ca loc de aterizare pentru insecte, o ramură a stigmatului petaloid și o stamină situată sub aceasta.

III. Pseudantii (inflorescențe care imită morfologic flori), datorită simplificării florilor care stau îndesuite și prin formarea unui involucru, asemănător caliciului, iau aspectul unor flori singulare. În formă de pămătuf sau perie (*Acacia sp., Salix sp.*), forme puțin stelate (la *Orlaya grandiflora* (*Apiaceae*) ș.a., ciathiile de la *Euphorbia sp.*), mult stelate (antodiile de la *Asteraceae* ș.a.).

Evoluția florilor insectelor (entomofile = entomogame) s-a desfășurat pe următoarele căi de dezvoltare:

1. Florile cantharofile (ale gândacilor) sunt cele mai primitive, corespunzător și insectele polenizatoare. Gândacii (coleopterele) sunt animale neajutorate, primitive, cu aparat bucal pentru rupt și mestecat, care devastează organele florale, în căutarea polenului. Florile vizitate sunt de tip disc sau farfurie, robuste, verzui sau albe, fără semne ale sucului, puternic mirositoare, care produc mult polen. Sunt ușor accesibile și se întâlnesc în cl. *Magnoliopsida* dar și la pseudantii cu flori disc derivate (*Cornus sp. și Viburnum sp.*).

2. Florile miofile (ale muștelor) sunt mult mai eterogene. Ele cuprind, de obicei, flori-disc, grupate în pseudantii fără miros, cu nectar accesibil. Se întâlnesc la *Apiaceae, Chenopodiaceae, Ruta* ș.a.

3. Flori sapromiofile (ale muștelor de hoituri). Au culori pătate verde-purpuriu și miros de hoit. Ele ademenesc polenizatorii prin culoare și miros neplăcut, ca flori înșelătoare și flori capcană (ex. *Aristolochia* – euantiu, *Apium* – pseudantiu ș.a.).

4. Flori melitofile (florile albinelor) sunt foarte variate și de mare importanță. Adesea sunt flori dorsiventrale în formă de drapel, gură sau bilabiate, cu locuri anume de aterizare pentru insecte. Au culori galbene, violete sau albastre, parfum nu prea puternic. Se întâlnesc la *Labiatae, Scrophulariaceae*, numeroase *Papilionaceae, Corydalis sp., Polygala sp.* ș.a.

5. Florile psihofile (ale fluturilor de zi) au o dispoziție caracteristică cu corolele în sus, construcția tubului corolei strâmtă, culori frecvent roșu-carmin și nectarul adăpostit adânc (ex. *Nicotiana sp.*, specii de *Dianthus* ș.a).

6. Florile sfingofile (ale fluturilor de noapte) și cele palenofile (ale moliilor) sunt cele care se desfac seara, iar ziua stau închise. Au corole cu tub îngust, au poziție orizontală sau atârnând, culori albicioase sau gălbui, miros plăcut de parfum și nectar adăpostit adânc (ex. *Nicotiana alata, Oeothera biennis, Silene sp., Lonicera periclymenum* ș.a.).

Evoluția împreună a insectelor polenizatoare și a florilor (coevoluția)cunoaște o progresiune în construcția florilor și în primul rând o adăpostire corespunzătoare a nectarului și polenului. Florile polimere și choripetale, cu polen și nectar ușor accesibil nu sunt vizitate constant de aceiași polenizatori. Insectele nu au avantaje de nici un fel din vizitarea unor astfel de flori. Ele nu sunt specializate pentru o anumită floare și pot zbura și la florile unor indivizi ai altei specii asemănătoare. La florile cu corola simpetală și cu număr mic de stamine, cu posibilități mai mari pentru secretarea și protejarea nectarului la baza tubului corolei, constanța vizitării unei astfel de flori este consolidată cu fiecare zbor. Astfel de flori simpetale sunt vizitate constant de insecte specializate, cum sunt albinele, bondarii sau muște cu trompa lungă.

Construcția din ce în ce mai specializată a unei astfel de flori este rezultatul unei lungi evoluții a angiospermelor împreună cu insectele polenizatoare. Această evoluție cuplată (coevoluție) și care a fost denumită selecție reciprocă a fost un factor creator extrem de important, atât în evoluția florilor angiospermelor cât și a insectelor polenizatoare. Constanța vizitării unor anumite flori de către anumite insecte polenizatoare, oferă avantaje ambelor părți: insectele sunt mai bine hrănite, iar plantele mai eficient poenizate, cu un consum mai mic de polen. Astfel, se favorizează polenizarea încrucișată între indivizii uneia și aceleiași specii, restrângând posibilitatea încrucișării între specii diferite care oricum nu ar da naștere la urmași viabili pe termen lung.

Izolarea reproductivă, după cum se cunoaște, este premisa apariției unei rase geografice și mai târziu a unei noi specii. Polenizarea angiospermelor prin polenizatori specializați, albine sau fluturi cu trompa lungă, este o premiză a evoluției mai rapide a acestora, decât a celor polenizate prin polenizatori inferiori (coleoptere sau ortoptere).

Ca urmare a evoluției cuplată a insectelor și angiospermelor, insectele, apărute în Devonian, au devenit grupa viețuitoarelor cele mai bogate numeric (peste un milion de specii cunoscute), iar angiospermele au atins, în regnul vegetal, nivelul cel mai înalt de diversificare, adaptare și răspândire pe Terra.

2. Polenizarea ornitofilă (ornitogamă) se realizează prin intermediul unor păsări mici (fig. 241-I). Florile respective sunt lipsite de locuri de aterizare, iar păsările, mult mai grele decât insectele, trebuie să viziteze acele flori plutind în aer (păsări colibri = păsări muscă), sau de pe un loc solid al plantei. La această grupă aparțin specii de climate calde, cu flori mari, în formă de cupă, tub sau perie. Culorile sau contrastele de culori sunt adesea roșu strident (perceput de la distanță de păsări!), însă și albastru, galben sau chiar verde (culori ale papagalului). Sunt lipsite de miros și chiar dacă ar avea n-ar putea fi detectate din cauza simțului olfactiv foarte slab al păsărilor. Se află, în schimb, nectar suficient, foarte fluid, adăpostit de multe ori adânc în floare, de unde este preluat de limbi tubulare sau în formă de pensulă ale păsărilor. Toate aceste structuri și funcții ale florii sunt legate și de adaptarea păsărilor din ținuturile calde, care au nevoie permanenă de lichide. O dată cu nectarul și cu unele insecte pătrunse întâmplător sau voit în floare după hrană, păsările culeg și polen pe care îl transportă pe cioc sau alte părți ale corpului la alte flori vizitate, realizând astfel polenizarea. Florile ornitofile sunt deschise o lungă perioadă de timp și aceasta reprezintă o adaptare la frecventa polenizare prin păsări în climate calde. Flori ale păsărilor se întâlnesc în multe familii de plante tropicale, iar dintre acestea, cultivate și de noi, sunt la *Tropaeolum majus, Aloë sp., Fuchsia, Hibiscus, Campsis radicans, Salvia splendens* ș.a.

3. Polenizarea prin intermediul liliecilor (flori chiropterofile). Este limitată numai la specii tropicale care sunt vizitate de vampiri cu limba lungă și câini zburători, atât din Lumea Veche cât și cea Nouă. Florile sunt robuste, de cele mai multe ori în formă de cupă, gură lată sau perie, cu culori întunecate, cu foarte mult nectar (ca și polen) și emană mirosuri puternice de fructe sau de fermentație. Acestea se deschid numai noaptea (anteză nocturnă) când sunt vizitate de aceste animale nocturne – liliecii. Florile liliecilor aparțin la familiile *Bignoniaceae*, *Bombacaceae* (*Adansonia digitata*), *Cactaceae* (*Carnegiea sp.*), *Polemoniaceae* (*Cobaea sp.*) ș.a.

Cei mai mulți morfologi consideră că progresiile tipurilor de flori au decurs în următorul sens: flori ale gândacilor → flori ale muștelor → flori ale himenopterelor → pe de o parte flori ale fluturilor de zi și de noapte și pe de altă parte ale moliilor → flori ale păsărilor → flori ale liliecilor. După părerea altor cercetători, aceasta este una dintre liniile de evoluție dar nu singura.

B. Anemofilia (= anemogamia). Deși zoofilia a avut o mare importanță pentru evoluția angiospermelor, aceasta n-a fost singura cale de polenizare a florilor. În unele linii de evoluție ale angiospermelor a avut loc o trecere de la zoofilie la anemofilie. Premiza a reprezentat-o, probabil, lipsa insectelor polenizatoare. Această lipsă se face marcată, în special, în primăverile timpurii, în ținuturile reci și ale munților înalți, în zone mlăștinoase și pustiuri, expuse vântului. În pădurile umede tropicale, bogate în animale ale florilor, angiospermele anemofile lipsesc aproape complet. Trecerea la polenizarea prin intermediul vântului s-a putut realiza mai ales în cazul speciilor care formează populații dense și anumite specii sunt edificatori dominanți: în munți, malurile râurilor și zone mlăștinoase.

Trecerea de la entomofilie la anemofilie a impus și transformări structurale și funcționale ale florii precum: reducerea până la atrofierea învelișurilor florale, reducerea dimensiunilor florii și formarea de inflorescențe caracteristice, modificări speciale ale stigmatului și staminelor, separarea sexelor în floare etc.

Este demonstrat, atât morfologic cât și filogenetic, faptul că anemofilia a rezultat din entomofilie în diferite linii de evoluție ale dicotiledonatelor cât și ale monocotiledonatelor.

Specii anemofile apar atât în grupe primitive (ca de exemplu *Trochodendron, Tetracentron* ș.a.) dar și în cadrul unor grupe evoluate cum sunt genurile: *Thalictrum, Sanguisorba, Acer, Ricinus, Rumex, Fraxinus* ș.a.

Polenizarea prin intermediul vântului impune ca plantele respective să producă o cantitate suficient de mare de polen care să fie împrăștiată, ca grăuncioarele de polen să se răspândească rapid și cât mai uniform în aer și să rămână, plutind, suficient de mult timp și peste întinderi mari. Stigmatele, să fie atât de libere și atât de mari, încât să poată capta o cantitate suficientă de polen pentru a se realiza polenizarea.

Florile polenizate prin intermediul vântului sunt lipsite de toate mijloacele de ademenire şi de excitare. Ele sunt, de cele mai multe ori, unisexuate, cele masculine mult mai numeroase decât cele feminine. Grăuncioarele de polen au suprafaţa liberă şi nu există posibilitatea aglutinării lor, datorită lipsei chitului de polen.

În timpul evoluţiei angiospermelor, a luat naştere, în grupe diferite şi timpuri diferite, polenizarea secundară prin intermediul vântului. Cele mai numeroase exemple de acest fel sunt în grupul mare al *Amentiferae*- lor. Polenul acestora prezintă rudimente de chit al polenului, miros, iar florile unisexuate cu rest al celuilalt sex, încât nu mai există nici o îndoială asupra caracterului secundar al anemofiliei la acest grup mare de angiosperme.

Unele genuri, cum ar fi *Tilia* sau *Calluna* se situează la limita dintre entomofilie şi anemofilie şi poartă numele de amfifile. La fel, polenul de la *Castanea*, este mai întâi acoperit cu chit al polenului, , este lipicios şi căutat de insecte, însă în cele din urmă se usucă şi este împrăştiat prin intermediul vântului.

Un exemplu tipic de anemofilie secundară îl prezintă grupa *Amentiferae* (*Cassuarinaceae, Urticaceae, Betulaceae, Fagaceae, Corylaceae* ş.a.) care au derivat din predecesori entomofili, cel mai probabil din *Hamamelidales*. Evoluţia *Hamamelidales* s-a desfăşurat sub semnul trecerii treptate de la entomofilie la anemofilie, care s-a exprimat prin treptata dezvoltare a inflorescenţelor sub formă de ament sau capitul, simplificarea florilor prin reducerea învelişului floral, tendinţa de atrofie până la dispariţie a petalelor, reducerea nmărului carpelelor şi a ovulelor în ovare etc.

Aproape la toate grupele de angiosperme polenizate prin intermediul vântului se găsesc încă urme ale bisexualităţii: rudimente de ovar în florile masculine sau de stamine în cele feminine (de ex. la *Fagaceae, Urticaceae, Betulaceae* ş.a.) şi ale polenizării prin insecte, cum ar fi chitul de polen, miresmele florilor ş.a.

Grăuncioarele de polen se eliberează uşor şi din cauza dimensiunulor mici pot pluti cu uşurinţă în aer. Cantitatea mare de polen se realizează prin înmulţirea puternică a staminelor din florile masculine sau a florilor masculine în totalitate. De ex. la *Corylus* pentru un ovul revin 2 ½ milioane grăunciori de polen (după F. Ehrendorfer, in Strasburger, 1999). Eliberarea polenului este favorizată de motilitatea filamentelor staminelor (de ex. la ierburi dintre graminee: *Festuca sp., Arrhenatherum elatius* ş.a.), a pedunculilor florilor (la Cannabis sativa) sau a rahisului inflorescenţelor masculine – amenţi- de la *Corylus, Fagus, Quercus, Alnus* ş.a. Florile masculine de la *Urtica* şi *Pilea*, datorită pedunculilor lor încordat-elastici „explodează” şi eliberează activ polenul. Polenul multor specii lemnoase şi erbacee provoacă la mulţi oameni alergii periculoase, polinoze, cunoscute sub denumirea de „febra de fân” (= rinita periodică) şi astmul bronşic.

Stilurile şi stigmatele florilor feminine sunt puternic mărite şi deseori ramificate pentru a se uşura captarea polenului. Numărul ovulelor în ovar este, de regulă generală, puternic redus.

Florile, de obicei, sunt expuse, însă neevidente sau slab vizibile, datorită reducerii până la dispariţie a periantului, care ar împiedica eliberarea polenului. Polenizarea este uşurată şi prin înflorirea timpurie, înaintea apariţiei frunzelor, care ar împiedica transferul polenului (la *Quercus, Corylus, Alnus, Fraxinus excelsior, Populus sp.* etc.).

În cadrul monocotiledonatelor, de asemenea, se pot deriva anemofilele *Potamogetonales* din entomofilele *Alismatales*, anemofilele *Juncales* şi *Cyperales* din entomofilele *Liliales* sau derivarea grupului mare anemofil *Poales* din entomofilele *Commelinales*.

Fireşte, sunt cunoscute şi unele interesante cazuri de reîntoarcere de la anemofilie la entomofilie. Exemple caracteristice de acest fel sunt *Euphorbia* şi *Ficus*, cu inflorescenţele lor puternic specializate, genul *Castanea*, unele *Chenopodiaceae* (genul *Beta* ş.a.), *Salicaceae* (genul *Salix*).

C. Polenizare prin intermediul apei (hidrofilia = hidrogamia)

Se întâlneşte la unele angiosperme, atât cele care trăiesc pe lângă apă (*Ranunculus sp.*) cât şi la cele care sunt polenizate prin picăturile de ploaie, care pot favoriza autopolenizarea sau polenizarea cu polen străin. Se cunoaşte detaliat hidrifilia la *Vallisneria spiralis* (fig. 241-II), dar şi la *Elodea, Ceratophyllum, Najas, Zostera* ş.a. Acest tip de polenizare are caracter secundar, precum şi angiospermele respective s-au adaptat secundar la mediul acvatic.

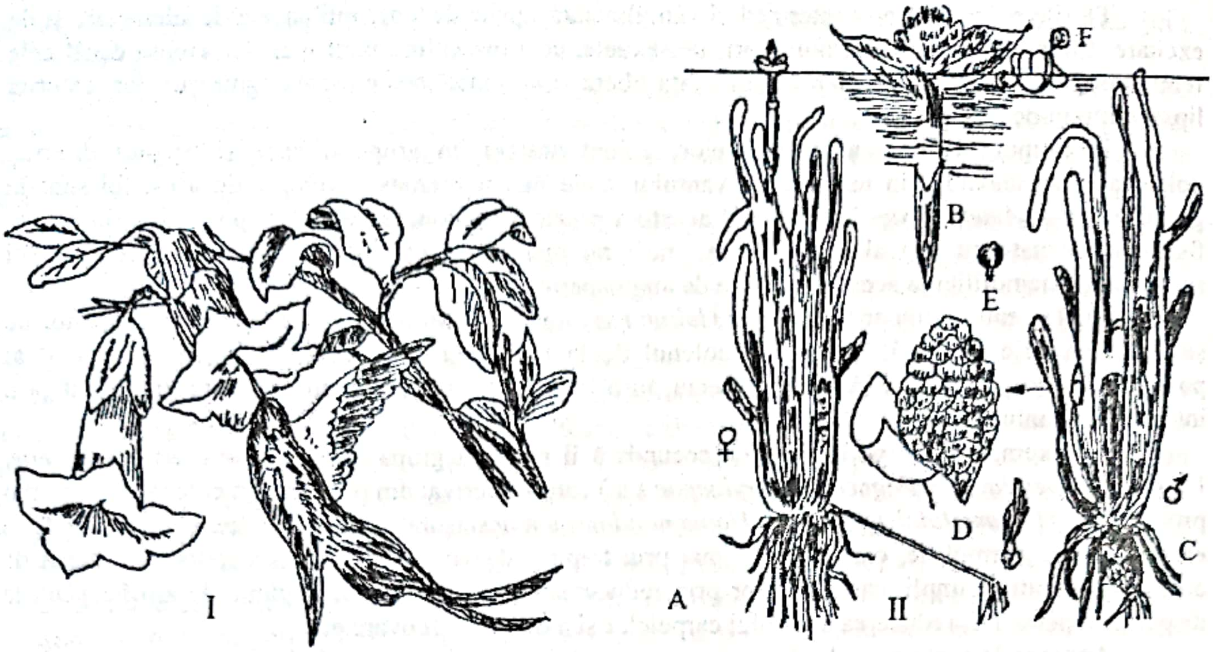


Fig. 241. I – Polenizarea ornitofilă la *Bignoniaceae* prin intermediul păsărilor-muscă (*Ocrotochilus chimboroso*); II – Polenizarea hidrofilă la *Vallisneria spiralis*: A – plantă cu flori ♀; B – floarea feminină natantă, mult mărită; C – plantă cu flori ♂; D – inflorescența masculină; E – o floare ♂ ce se ridică la suprafața apei; F – momentul polenizării (I- după Ross; II- după Peter, din Grințescu)

13. Microsporangii şi microsporii
Evoluția microsporilor şi a granulelor de polen

La aproape toate angiospermele, microsporangii (sacii de polen) sunt uniți în microsinangii, câte doi, în două compartimente (thece), care sunt unite între ele prin conectiv şi alcătuiesc împreună antera staminei. Numai la puține angiosperme primitive, cum este *Degeneria*, microsporangiile sunt mai mult s-au mai puțin libere între ele, cum au fost la predecesorii lor gimnospermi. La unele angiosperme, ca de exemplu *Globularia*, toate cele patru microsporangii sunt unite într-un singur microsinangiu cu patru compartimente. Mai puțin de patru compartimente apar mai rar, ca urmare a faptului că staminele se ramifică sau unele compartimente nu se mai dezvoltă. Uneori, ca urmare a faptului că fiecare microsporangiu se separă prin straturi de țesut steril, se formează antere cu mai multe camere, ca la *Annonaceae, Ochnaceae, Mimosaceae* ş.a. La *Viscum* numărul compartimentelor poate ajunge la cincizeci (după Takhtajan, 1956).

Alcătuirea peretelui microsporangelui. La exterior se află epiderma (exoteciul), sub care se găseşte țesutul mecanic (endoteciul) numit strat fibros. Celulele endoteciului cresc în sens radiar, iar de pe peretele tangențial inferior pornesc benzi fibroase care se termină în apropierea peretelui tangențial exterior, fără a se contopi cu acesta. Spre interior de endoteciu se află tapetul. Este un țesut pluristratificat, care se fomează prin diviziuni ale celulelor parietale, care au rezultat din diviziunea celulelor arhesporale. Celulele tapetului au nuclei mari, sunt bogate în substanțe de rezervă şi au rol în hrănirea microsporilor şi transformarea acestora în grăunciori de polen.

Tapetul poate fi glandular (de secreție), în care se mențin celule bogate în substanțe de rezervă, amoeboid (periplasmodiu), în care caz dispar pereții celulelor şi protoplastele acestora se contopesc şi alcătuiesc periplasmodiul, care pătrunde în cavitatea microsporangilor şi înconjoară microsporii (grăunciorii primari de polen). Acest din urmă tip de tapet este considerat derivat şi se întâlneşte la unele dicotiledonate evoluate şi mai frecvent la monocotiledonate.

Dehiscența (deschiderea) microsporangilor la majoritatea angiospermelor se realizează printr-un mecanism endocitic, determinat de alcătuirea particulară a celulelor endoteciumului. În condițiile de uscăciune atmosferică, prin deshidratarea celulelor endoteciului, pereții se curbează spre exterior (unde este zona neîngroşată, de minimă rezistență), se rup şi permit, astfel, eliberarea grăunciorilor de polen din sacii de polen.

La unele angiosperme specializate, cum sunt familiile *Urticaceae, Cassuarinaceae, Piperaceae, Euphorbiaceae, Ericaceae, Solanaceae* ş.a., epiderma este redusă. În schimb, la unele plante acvatice, printre care familia *Hydrocharitaceae*, genurile *Najas, Zostera, Zannichellia* şi la câteva forme terestre cleistogame, nu se dezvoltă stratul fibros (endoteciu) şi, deci, nu se formează mecanisme endocitice de deschidere a anterelor.

Stratul fibros (endoteciul) al microsporangilor este foarte diferit construit, la diferiţi reprezentanţi ai angiospermelor, încât, microsporangiile sau microsporangii separaţi se deschid în moduri diferite.

Procedeul cel mai frecvent întâlnit la angiosperme, şi considerat cel mai primitiv, este dehiscenţa printr-o crăpătură longitudinală. Din acest tip au derivat celelalte tipuri de dehiscenţă: printr-un por existent în vârful anterelor (dehiscenţa poricidă ca la *Ericaceae* ş.a.), dehiscenţa valvată (fig. 229) sau prin căpăcele la *Berberidaceae, Lauraceae* ş.a., când ţesutul fibros se formează în două până la patru locuri pe pereţii laterali ai anterelor.

Formarea microsporilor. Urmărind dezvoltarea unei antere, se poate constata că primordiul acesteia are forma unui mamelon. La exteriorul acestuia se află epiderma, care delimitează un meristem omogen. În patru puncte centrale ale primordiului se diferenţiază câte o celulă mai mare, bogată în citoplasmă, deosebită de celelalte, care poartă numele de arhespor. Cei patru arhespori reprezintă iniţialele sacilor polinici (microsporangi). Fiecare celulă arhesporală se divide periclinal şi dă naştere la două celule: una externă numită celulă parietală şi alta internă, arhesporală secundară sau celulă sporogenă.

Celula parietală, prin diviziuni succesive, formează peretele sacilor polinici alcătuit din exotecium, endotecium şi tapetum.

Celula sporogenă diploidă, prin diviziuni mitotice formează, în interiorul sacilor polinici, ţesutul sporogen alcătuit din celule mamă microsporale diploide numite microsporociste. Micosporocistele, prin diviziuni meiotice, dau naştere la microspori (granule de polen haploide). În urma meiozei, fiecare microsporocist dă naştere la o tetradă de microspori (granule de polen uninucleare).

Formarea tetradelor de microspori se poate desfăşura în moduri diferite: succedant (succesivă), concomitentă (simultană) şi intermediară între cele două moduri anterioare.

La tipul succedant (succesiv) (fig. 242-A) pereţii despărţitori dintre celulele haploide (microspori) apar succesiv, după prima şi a doua diviziune a meiozei. Acest tip se întâlneşte frecvent la monocotiledonate, dar şi la unele dicotiledonate, cum sunt familiile *Podostemonaceae, Asclepiadaceae, Apocynaceae*.

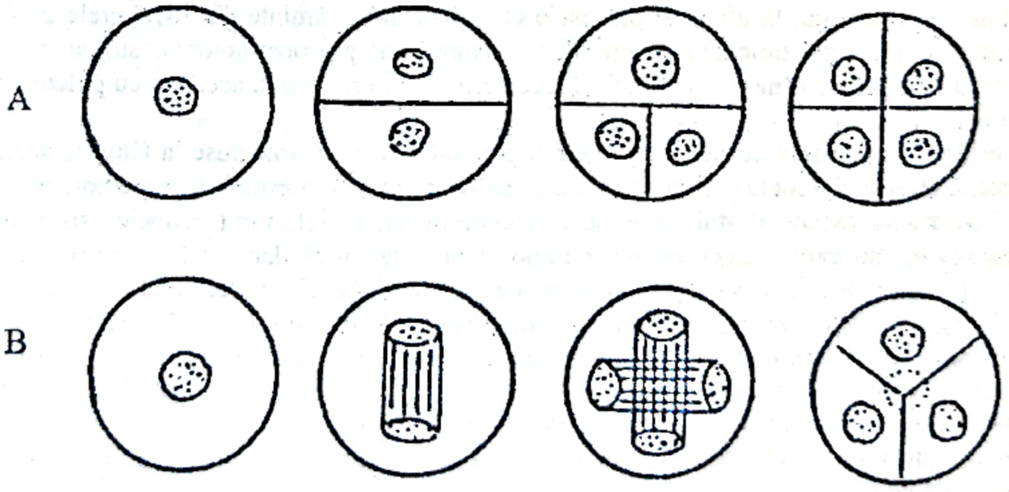


Fig. 242. Formarea de microspori: A – succedantă (succesivă); B – simultană (concomitentă) (după Emberger)

La tipul simultan (concomitent) (fig. 242-B) pereţii despărţitori în tetradă apar abia după a două diviziune a meiozei. Se întâlneşte mai ales la dicotiledonate, dar şi la unele monocotiledonate ca *Iridaceae, Liliaceae, Amaryllidaceae* şi la unele genuri din *Arecaceae*.

Există şi un al treilea tip – intermediar – între formarea de tetrade succesive şi simultane. Pereţii celulari se formează după fiecare etapă a meiozei ca la tipul succedant, însă aceştia iau naştere prin gâtuirea protoplaştilor. Acest tip apare frecvent la angiosperme primitive ca *Magnolia, Liriodendron, Asimina, Annona* ş.a.

Tipul succedant şi cel intermediar de formare a tetradelor sunt, fără îndoială, primitive, iar tipul simultan este considerat progresiv, derivat.

Microsporii (grăunciorii de polen mononucleari), de regulă generală, se separă curând unii de alţii din tetrade şi stau liberi în compartimentul polenului sau sunt înconjuraţi de periplasmodiu, când acesta este prezent. La unele familii ca *Winteraceae, Droseraceae, Empetraceae, Ericaceae, Juncaceae* ş.a. microsporii rămân uniţi în tetrade până la polenizare. La *Cyperaceae* se află un tip deosebit de tetrade numite pseudomonade (criptotetrade), când numai un microspor este viabil, iar ceilalţi trei sunt degeneraţi.

În afară de tetrade se mai află şi diade alcătuite numai din doi microspori (la *Scheuchzeria palustris*), poliade, alcătuite din 1-64 microspori, rezultate prin asocierea mai multor tetrade. Grăunciorii de polen ai celor mai multe *Orchidaceae*, precum şi ai unor *Asclepiadaceae*, se contopesc în corpuri de formă caracteristică numite polinarii. La unele genuri de *Orchidaceae*, polinariile sunt mai puţin compacte şi sunt alcătuite din grupuri mai mici de grăunciori de polen uninucleari numite masule. Masulele sunt slab unite între ele, în polinie, prin intermediul firelor de viscină conectoare.

La marea majoritate a angiospermelor microsporii se află separaţi unii de alţii ca monade.

Formarea granulelor de polen

În microspori (granulele de polen mononucleare) are loc diviziunea nucleului şi formarea a doi nuclei, respectiv celule şi astfel se formează granulele de polen (polenul). Conţinutul grăunciorului de polen la angiosperme constă din două celule, una aproape rotundă, mai mare, numită vegetativă, cealaltă mai mică, fusiformă, delimitată de un înveliş subţire, numită celulă generativă. Spre exteriorul polenului se află un perete cu rol protector al conţinutului viu (aşa-numita ereditate paternă), cu rol deosebit în asigurarea reproducerii.

Grăunciorii de polen, în timpul transportului prin aer, de la sacii polinici până la stigmatele gineceului, sunt supuse unor condiţii nefavorabile, un timp mai mult sau mai puţin îndelungat. Protecţia o realizează peretele acestuia numit sporodermă. Aceasta constă din două complexe de straturi: exina şi intina, care corespund exosporului şi endosporului sporilor de la pteridofite.

Exina, la polenul angiospermelor, este bine dezvoltată, groasă, la care, din punct de vedere topografic, se pot delimita două straturi. Stratul extern poartă numele de ectexină (sexină) şi este complicat construit şi sculpturat. Stratul interior numit endexină (nexină) este omogen, nesculpturat. Din punct de vedere chimic, exina este alcătuită din sporopolenine, în care substanţele alcătuitoare sunt carotenoide şi esteri de carotenoide. Sporopolenina este una din cele mai rezistente substanţe create de natură. De aceea, sporii şi polenul pot fi găsiţi, cu exina lor nealterată de nici un proces fizico-chimic al mediului, în afară de procesele oxidative, în zăcăminte din toate erele geologice. Pe baza acestor însuşiri ale polenului şi sporilor s-a dezvoltat paleopalinologia, ştiinţa care studiază polenul fosil (din precuaternar) şi subfosil (din cuaternar) şi compararea acestuia cu polenul sau sporii formelor actuale.

În România, bazele cercetării sporilor şi polenului fosil au fost puse la Cluj de acad. E. Pop, care a creat o adevărată şcoală palinologică clujeană, cu un reputat prestigiu şi peste hotare.

Construcţia exinei, destul de variată şi complicată, în interiorul grupelor sistematice, este foarte constantă, din carea cauză are mare importanţă sistematică dar şi filogenetică. Diferenţierea structurală puternică a exinei este legată de adaptarea plantelor la diferite forme de polenizare.

Intina reprezintă, de regulă generală, o membrană hialină, subţire şi chimic puţin capabilă de rezistenţă la acţiunea factorilor de mediu. Este lipsită de sporopolenină. Ea înconjoară complet protoplastul şi este alcătuită din 2-3 straturi. Stratul cel mai extern conţine pectine în cantitate mai mare, ceea ce face posibilă o uşoară desprindere a ei de exină. În stratul mijlociu şi interior, elementele esenţiale de construcţie sunt fibrilele de celuloză. La germinarea grăunciorilor de polen numai intina formează tubul polinic.

În exina tare apar porţiuni mai subţiri dar şi deschideri (întreruperi) care sunt desemnate ca aperturi, prin care intina se alungeşte şi formează tubul polinic.

Granulele de polen ale spermatofitelor primordiale n-au avut sau treptat au dezvoltat aperturi, clar prefigurate, pe o parte sau pe întreaga exină. De aceea se vorbeşte de granule de polen inaperturate şi aperturate.

Poziţia şi numărul aperturilor sunt caractere ale polenului foarte importante pentru sistematică şi filogenie. Pentru descrierea şi denumirea acestora se ia în considerare poziţia aperturilor pe suprafaţa grăunciorilor de polen încă în tetradă.

În tetradă, polul grăunciorului de polen care priveşte spre centrul tetradei se numeşte proximal, iar cel îndreptat spre exterior – distal. Între cei doi poli se află axa polilor, iar planul ecuatorial este perpendicular pe axa polilor.

La sporii pteridofitelor se află locuri germinative proximale, iar la grăunciorii de polen ai spermatofitelor se găsesc, iniţial, numai aperturi distale şi ulterior are loc deplasarea acestora la ecuator şi, în cele din urmă, pe toată suprafaţa exinei. Înmulţirea numerică a locurilor germinative, de la unul la mai mult de o sută, ca şi rămânerea grăunciorilor de polen în tetrade sau uniuni de polen şi mai mari (ca de exemplu polinarii la asclepiadacee şi orchidacee), reprezintă progresii şi sunt limitate numai la angiosperme.

Iniţial, aperturile (locurile germinative) sunt întinse în lungime şi poartă numele de cute (pliuri) germinative. Când ecestea sunt situate în poziţia distală se numesc sulcus, iar în poziţia ecuatorială – colpus.

În cursul diferenţierilor ulterioare, aceste aperturi sunt remodelate şi iau forma, mai mult sau mai puţin, rotundă şi se desemnează ca ulcus (situaţi distal) şi porus (dispuşi în poziţie ecuatorială).

În general, la angiosperme poziţia aperturilor poate fi:

- polară (situate la polul distal);
- zonală (situate la ecuatorul granulelor de polen sau pe linii paralele cu ecuatorul);
- globală (când aperturile sunt repartizate mai mult sau mai puţin uniform pe întreaga suprafaţă a exinei.

În ceea ce priveşte evoluţia repartizării aperturilor pe suprafaţa grăunciorilor de polen ai angiospermelor, ea s-a desfăşurat de la poziţia distală, prin cea zonală, la cea globală.

Împărţirea aperturilor, după forma lor, în colpi (cute) şi pori este formal descriptivă, deoarece tipul morfologic al unei aperturi este determinat mai puţin prin configuraţia ei, ci mai degrabă prin poziţia ei pe suprafaţa grăunciorului de polen.

Pentru aperturile simpe, cutele (colpus-colpi) şi porii (porus) se împart în mai multe subtipuri:

- cu prefixul grecesc ana (sus, pe) se desemnează aperturile situate pe polul distal;
- cu prefixul grecesc cata (în jos), aperturile de pe polul proximal;
- cu prefixul zoni se indică repartizarea zonală a aperturilor: zonicolpat;
- cu prefixul pan se desemnează repartizarea globală (peste tot) a aperturilor: pancolpat, panporat.

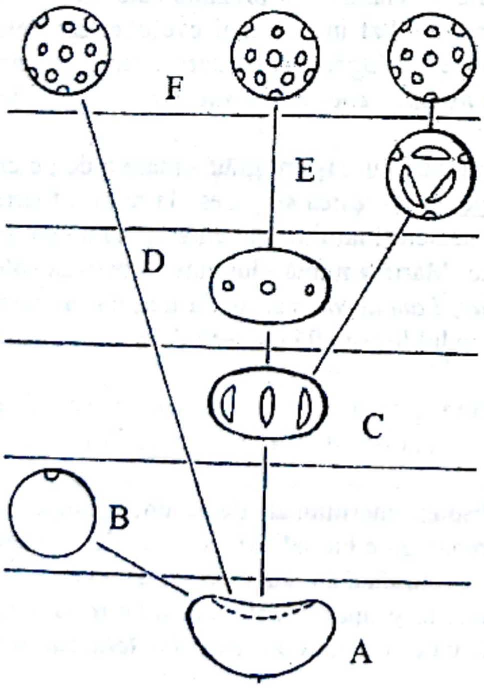


Fig. 243. Schema evoluţiei tipurilor de bază ale grăuncioarelor de polen de la angiosperme: A – anacolpat; B – anaporat; C – zonicolpat; D – zoniporat; E – pancolpat; F – panporat (după Takhtajan)

Pentru aperturile compuse (cele mai frecvente), se utilizează următoarea terminologie: colporat (de la latinescul – ora, -os, -oris = gură) adică sub formă de pliu, în mijloc cu un por; poroporat (por cu o deschidere „ora" în mijloc); zonicolporat; pancolporat.

Deşi problema evoluţiei aperturilor grăunciorilor de polen de la angiosperme a fost foarte puţin prelucrată, se pot, totuşi, evidenţia direcţii principale de dezvoltare ale acesteia. O schemă generală a direcţiilor de evoluţie a polenului angiospermelor a fost prezentată de Takhtajan (1948, 1959) (fig. 243).

Conform cu aceasta, tipul cel mai primitiv de polen al angiospermelor este cel anacolpat (cu o cută distală), întâlnit la angiosperme primordiale ca *Magnoliales, Laurales, Nymphaeales, Piperaceae* (la *Piper* dar nu şi la *Peperomia*), *Saruma* (*Aristolochiaceae*), numeroase monocotiledonate, dar şi la unele gimnosperme (*Cycadales, Ginko* ş.a.). Cuta distală a polenului acestor plante este continuă şi nu prezintă deschideri („ora") de nici un fel.

Din cuta distală au derivat câteva tipuri de aperturi, dovedind slaba plasticitate evoluţionistă a acesteia. La unele *Lauraceae*, cuta distală s-a redus treptat şi a luat naştere polenul fără aperturi. În acest caz, intina este puternic îngroşată, iar exina s-a transformat într-o membrană fină, străvezie, încât funcţia acesteia a fost preluată de întreaga suprafaţă a grăunciorului de polen. La unele monocotiledonate acvatice (*Vallisneria, Stratiotes,* *Elodea* ş.a.) exina a dispărut complet, ca o adaptare la hidrofilie.

În timp ce apertura distală, la specii hidrofile prezintă tendinţa de dispariţie, la numeroase monocotiledonate înalt specializate, în special anemofile, aceasta este, mai mult sau mai puţin, micşorată, şi polenul devine astfel anaporat. Cel mai înlt grad de specializare al grăunciorilor de polen se află la specii erbacee dintre *Juncaceae, Poaceae* ş.a. La alte monocotiledonate, cum ar fi palmierii sau unele liliacee, cuta distală ia forma unei deschideri cu trei sau patru crăpături. Astfel de granule de polen sunt desemnate ca trihotomocolpate sau tetrahotomocolpate. Pe lângă grăunciori de polen cu o cută distală, la aceste plante se află şi dintre aceia cu trei sau patru aperturi. În cele din urmă, din grăunciorii de polen cu o cută distală a derivat polenul cu un număr mai mare de aperturi. Două cute distale au grăunciorii de polen de la *Calycanthaceae*, unele *Amaryllidaceae* (genurile *Tigridium, Polianthes, Crinum*), unii reprezentanţi dintre *Arecaceae, Dioscoreaceae* ş.a. Treptat, cu creşterea numărului cutelor distale, are loc deplasarea acestora de la polul distal în direcţia ecuatorului grăunciorului de polen.

Polenul cu o apertură distală a reprezentat şi punctul de plecare pentru formarea grăunciorilor de polen cu mai mulţi pori, în poziţie zonală sau repartizaţi global. Astfel, la genul *Anthurium* (*Araceae*), grăuncioarele de polen au trei, patru sau mai mulţi pori în zona ecuatorială.

La unele monocotiledonate acvatice din *Alismatales*, se află grăuncioare de polen panporate, care se derivă cu certitudine din cele cu o cută. La *Butomus umbellatus* se află atât grăuncioare de polen cu o cută distală cât şi panporate (cu 2-30 pori repartizaţi global).

În timp ce la monocotiledonate, atât cele primitive cât şi cele evoluate, tipul de polen cu o apertură distală este predominant, între dicotiledonate, grăuncioare de polen cu o apertură distală s-au menţinut numai la câteva grupe primitive. Astfel, din polenul anacolpat de la *Magnoliaceae*, au luat naştere grăuncioarele de polen zonicolpate, foarte primitive, cu trei cute dispuse meridional, care taie linia ecuatorului sub un unghi drept şi se apropie unele de altele spre poli.

La dicotiledonate sunt caracteristice grăuncioarele de polen tricolpate şi tricolporate şi unele derivate din acestea.

Grăuncioarele de polen tricolpate sunt mai primitive, deoarece exina acestora nu prezintă nici o deschidere pentru ieşirea tubului polinic care se formează. Acestea sunt caracteristice pentru *Trochodendron, Tetracentron, Nelumbo, Platanus*, majoritatea *Ranunculaceae*- lor, *Papaveraceae*- lor, *Berberidaceae*- lor etc.

Grăuncioarele de polen tricolporate sunt mai puternic specializate şi prezintă câte un por în mijlocul pliului, pe care îl străbate tubul polinic. Acestea au rezultat în decursul evoluţiei din cele tricolpate şi se întâlnesc frecvent la dicotiledonate mai evoluate ca *Fagaceae*, numeroşi reprezentanţi ai *Rosales, Celastraceae, Sapindaceae, Cornaceae, Araliaceae, Apiaceae, Violaceae, Capparidaceae, Caprifoliaceae* ş.a.

Din tipul de polen zonicolpat şi respectiv zonicolporat au luat naştere grăuncioarele de polen cu număr mai mare de cute: policolpate şi respectiv policolporate. Acestea se găsesc la familii foarte diferite, aflate pe variate trepte de evoluţie. Uneori, în cadrul aceleiaşi familii, sau chiar al unui gen, se pot întâlni atât tipul iniţial cu trei cute cât şi formele derivate. Mărirea numărului cutelor meridionale ale polenului se poate urmări la *Papaveraceae, Boraginaceae, Lamiaceae* ş.a., de la trei, patru, cinci până la douăsprezece. Caracteristica acestor cute este că pe fundul lor se află o deschidere (por) pentru ieşirea tubului polinic.

O altă direcţie de evoluţie a polenului cu trei cute este aceea că numărul acestora se micşorează la două (dicolpate) sau cutele dispar cu totul şi rezultă polen fără aperturi ca la *Populus*, unele *Brassicaceae, Linaceae* ş.a.

Din grăuncioarele de polen zonicolpate, cu cute dispuse meridional, de la unele grupe de dicotiledonate, au luat naştere grăuncioare de polen cu cute repartizate global (pancolpate). La acestea cutele sunt orientate în diferite direcţii şi împrăştiate pe întrega suprafaţă a grăunciorului de polen.

Grăuncioarele de polen pancolpate sunt foarte răspândite şi apar la cele mai diferite familii: *Ranunculaceae* (genurile *Anemone, Clematis, Ranunculus*), câteva *Papaveraceae, Phytolaccaceae, Cactaceae, Polygonaceae* ş.a.

După cum din grăunciorii de polen cu câte o cută au rezultat cei cu unul sau mai mulţi pori, în mod analog, din polenul cu trei până la mai multe cute (pliuri) au apărut grăunciori de polen cu trei până la mai mulţi pori.

Tipul de pori mai primitiv este cel de la *Liquidambar, Anemone, Clematis, Ranunculus, Thalictrum, Fumaria* ş.a. Porii au o membrană groasă, marginile neîngroşate, uneori dinţate sau franjurate. Astfel de pori se deosebesc puțin de cutele primitive și grăuncioarele de polen se numesc porate.

Tipurile de pori mai puternic specializați, au, față de cei precedenți, o deschidere clară, marginile lor sunt precis conturate, frecvent îngroșate și întregi. Se întâlnesc la *Betulaceae, Myricaceae, Junglandaceae* și poartă numele de grăuncioare de polen pororate. Grăuncioarele de polen cu trei pori au luat naștere din cei cu trei cute meridionale și acești pori sunt dispuși de-a lungul planului ecuatorial. Se întâlnesc la numeroase dicotiledonate (*Cassuarina, Platycodon, Myrica* ș.a.).

Grăuncioarele de polen cu mulți pori sunt de două tipuri: panporate și panpororate. Porii nu sunt dispuși în zona ecuatorială ci sunt repartizați peste întreaga suprafață a grăuncioarelor de polen.

Polenul panporat a luat naștere, în unele cazuri, din cel zoniporat, încât, la început, porii sunt dispuși zonal. Când acest tip a luat naștere din polenul pancolpat, porii încă de la început sunt repartizați global.

Toate aceste variații extraordinare în alcătuirea microstructurală a sporodermei au apărut treptat, pe diferite trepte de evoluție ale angiospermelor și nu se cunoaște aproape nimic despre însemnătatea adaptativă a acestora (Takhtajan, 1959).

În concluzie, la angiosperme se întâlnește o gamă foarte largă de aperturi simple sau compuse, care au dus la identificarea a circa 22 tipuri de polen, dintre care, cel mai des întâlnite sunt reprezentate, în ordinea evoluției lor în fig. 244.

La dicotiledonate predomină tipul de polen tipic 3- colporat și derivate ale acestuia (tetracolporat, bicolporat, pentacolporat sau policolporat) iar la monocotiledonate predominant este polenul 1- colporat ori tipuri derivate de la acesta, așa cum a demonstrat și școala palinologică de la disciplina de Morfologia plantelor de la Universitatea din București care a abordat studiul monografic al polenului plantelor spontane și cultivate din România (I.T. Tarnavschi et al. 1971; 1981). Dicotiledonatele și monocotiledonatele își au originea prin dichotomie, în Pro – *Magnoliiflorae* ancestrale cu circa 140 mil. de ani în urmă (Cretacicul Timpuriu) de tip *Ranunculaceae* cu polen predominant tricolpat și respectiv, *Magnoliaceae* cu polen predominant unicolpat (I.T. Tarnavschi et al. 1971, R. Dahlgren 1983 ș.a.)

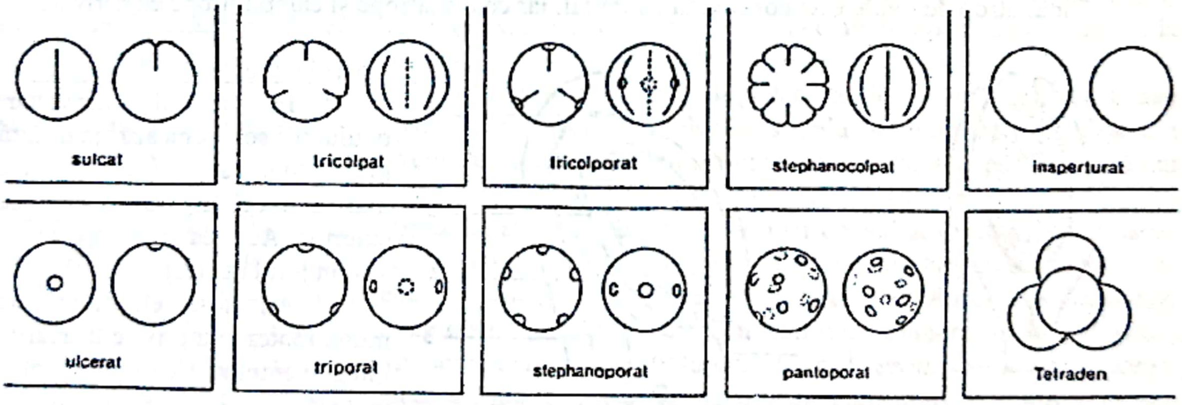


Fig. 244. Tipuri de polen (scheme) mai frecvente la spermatofite din Europa Centrală (stânga vedere de la pol; dreapta de la ecuator): Monade (granule separate): sulcat („monocolpat") (multe *Magnoliidae, Liliidae*): ulcerat („monoporat") (*Poaceae*); tricolpat (*Ranunculaceae* în parte, *Quercus, Acer, Brassicaceae, Salix, Lamiaceae* în parte); triporat (*Betula, Coryus, Urticaceae, Onagraceae*); tricolporat (*Fagus, Rosaceae* în parte, *Apiaceae, Tilia, Asteraceae*); stefanocolpat (*Rubiaceae, Lamiaceae* în parte); stefanoporat (*Alnus, Ulmus*); pantoporat (*Juglans*, mare parte dintre *Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Plantaginaceae*); inaperturat (în cercuri de forme altfel ecuatorial-aperturate (*Populus, Callitriche*). Tetrade: în cercuri de forme, unde altfel apar monade (*Orchidaceae* în parte, *Typha* în parte, *Ericales* în mare parte) (după Faegri et Iversen și Erdtman, din Strasburger, 1999)

14. OVULUL (Megasporangele)

Morfologia ovulelor

Angiospermele au moștenit de la strămoșii lor gimnospermi organul caracteristic tuturor spermatofitelor și anume ovulul (ovulum). Ca urmare a faptului că la angiosperme ovulele au ajuns sub protecția unor rezervoare inchise – ovarele, acestea au suferit o serie de modificări esențiale. În timp ce la predecesorii gimnospermi predomină ovulele masive, cu integumente groase și cu rezervă nutritivă relativ abundentă, la angiosperme ovulele sunt mai mici, uneori foarte mici, cu integumente slab dezvoltate și descori fără rezerve de substanțe nutritive. Acestă economisire de material și energie pentru construcția ovulelor s-a dovedit a fi un avantaj biologic important pentru evoluția și adaptarea angiospermelor la medii diferite de viață. S-au elaborat, în timp, adaptări pentru protecția embrionilor în semințe și fructe, care pe de altă parte, au ajutat la răspândirea acestor plante pe întreaga suprafață a pământului.

Angiospermele pot fi comparate cu gimnospermele și în privința diversificării modalităților de inmulțire, a cresterii numărului de semințe formate pe o plantă. De exemplu, un plop formează un număr foarte mare de semințe, în timp ce la un pin sau la un molid numărul acestora este limitat. Micșorarea ovulelor dar și simplificarea construcției acestora, legată de economisirea de material, a fost corelată cu o dezvoltare mult mai rapidă a acestora în raport cu cele ale gimnospermelor.

OVULUL (megasporangele) are de obicei formă ovală, cu dimensiuni între 10 mm și 0,1 mm. Este alcătuit dintr-un piciorуș numit funicul, un țesut parenchimatic – nucela, o regiune bazală chalază unul sau două învelișuri – integumente. Integumentele pornesc de la baza ovululului și lasă o deschidere microscopică în vârful acestuia, cu acces la nucelă, numită micropil.

Dupa poziția corpului ovulului pe funicul se deosebesc tipurile (fig. 245.):

a. Ovule atrope (ortotrope) sunt cele verticale sau drepte în sus, întâlnite la *Lardizabalaceae*, *Piperaceae, Juglandaceae*, unele *Cistaceae, Myricaceae, Urticaceae*, ș.a. La acestea funiculul este scurt sau lipsește, iar hilul, chalaza și micropilul se află pe aceeași verticală.

b. Ovule anatrope sau răsturnate cu vârful în jos, cu 180^0, încât latura lor este lipită în creștere cu funiculul alungit. Aceste tipuri de ovule sunt caracteristice pentru cele mai numeroase angiosperme. În caz că ovulul este rotit numai cu 90^0 , ca la *Ranunculus, Nothoscordum* sau la *Malpighiaceae*, ovulele se numesc hemianatrope (hemitrope) sau întoarse (răsturnate) pe jumătate. Acestea reprezintă un tip intermediar între ovulele atrope și anatrope.

c. Ovule campilotrope sau curbate transversal, pe jumătate. Acestea au chalaza, hilul și micropilul apropiate unele de altele și le lipsește rafa. Curbat este și sacul embrionar. Se întâlnesc, printre altele, la *Malvaceae, Capparidaceae, Brassicaceae, Resedaceae, Chenopodiaceae*. O poziție intermediară o ocupă ovulul amfitrop.

Tipul atrop de ovule este considerat ca inițial, iar cele anatrope și campilotrope ca derivate.

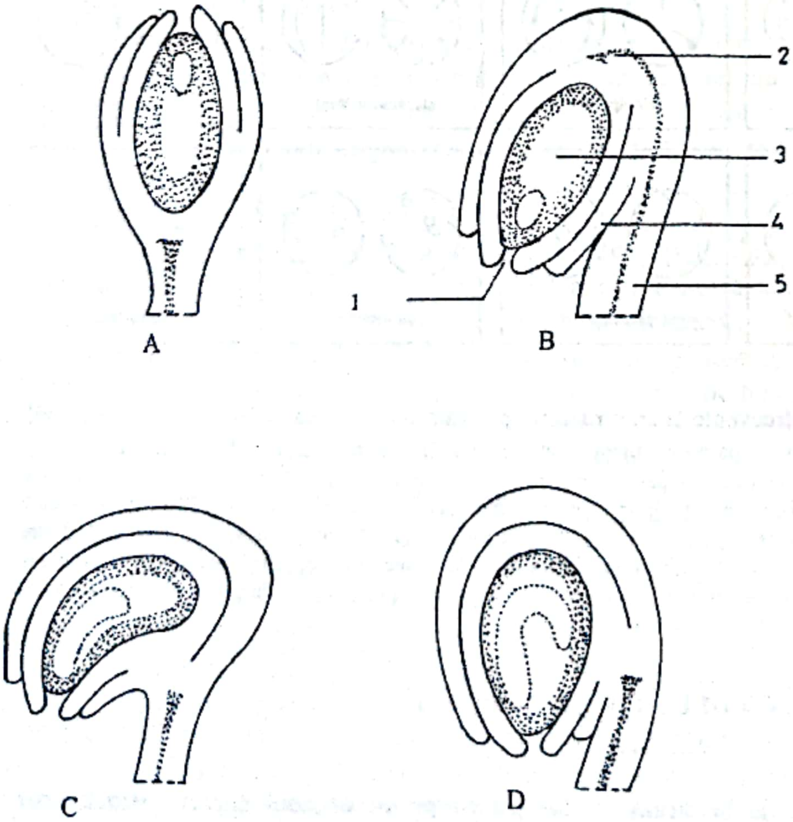


Fig. 245. Tipuri de ovule: A – atrop (ortptrop); B – anatrop: C – campilotrop: D – amfitrop; 1 – micropil; 2 – chalaza; 3 – nucela cu sacul embrionar; 4 – integumente (extern și intern); 5 – funicul (după Hickey et King)

Apariția integumentelor ovulului

În timpul dezvoltării ovulului, se formează mai întâi nucela, după aceea integumentele, mai întâi cel interior și apoi cel exterior. Acestea cresc, de jos în sus, în jurul nucelei.

Au fost elaborate mai multe ipoteze cu privire la apariția integumentelor. Cea mai adoptată ipoteză a fost elaborată de Margarita Benson (1904) și poartă numele de "Ipoteza sinangială"a apariției integumentului de la gimnosperme paleofitice primitive. Conform cu aceasta, ovul acestor gimnosperme a provenit dintr-un megasinangiu, alcătuit din trei megasporangii. Megasporangiul mijlociu și-a păstrat funcțiunea și s-a transformat în nucelă, iar megasporangiile înconjurătoare au devenit sterile , s-au contopit și astfel au format integumentul. A avut loc, astfel, o împărțire a funcțiilor între megasporangiul central, care și-a păstrat funcția de a forma megasporii, iar megasporangiile periferice, devenite sterile, s-au transformat într-o pătură protectoare.

La spermatofitele primordiale paleofitice dar şi la *Bennettitales* mezofitice şi chiar la recentele *Cycadales*, integumentul este gros, alcătuit din patru segmente separate prin pereţi radiari, fiecare segment cu fascicul conducător propriu. Acest fapt dovedeşte originea sinangială a ovului gimnospermelor primordiale, la care s-a înfăptuit o diferenţiere structurală şi funcţională între megasporangiul mijlociu fertil şi megasporangiile sterile periferice.

La angiosperme, interpretarea morfologică a integumentului este mai greu de realizat, deoarece la majoritatea preponderentă a dicotiledonatelor choripetale, la o parte a dicotiledonatelor simpetale (*Plumbaginaceae, Primulaceae, Ericales, Ebenaceae*, ş.a.) ca şi la cele mai numeroase monocotiledonate, sunt prezente două integumente (integument dublu).Dintre aceste două învelişuri protectoare, probabil numai unul (cel interior) este integument autentic. Integumentul exterior, după toate probabilităţile, a rezultat din cupula ovulelor predecesorilor gimnospermi.

După cum se cunoaşte, cupula a apărut pentru prima dată la *Lyginopteridaceae* (gimnosperme primitive). Într-o formă schimbată ea s-a menţinut atât la alte gimnosperme, cât şi la angiosperme.

Cercetarea morfologiei comparative a gimnospermelor fosile şi actuale a dovedit că în desfăşurarea evoluţiei, cupula a concresut cu integumentul şi s-a transformat în integument exterior. Astfel sacrotesta, stratul exterior al seminţei de la *Cycadaceae*, este o structură omoloagă integumentului exterior (adică cupulei) de la *Lygynopteris* (*Pteridospermae*). Şi la alte gimnosperme actuale (*Medullosaceae*) se poate omologa mai clar integumentul exterior cu cupula ovulului.

Numeroşi botanişti şi paleobotanişti importanţi sunt de acord că integumentul exterior al ovulelor angiospermelor a rezultat din cupula, ca şi învelişul exterior al ovulului unui şir de gimnosperme.

În decursul evoluţiei, prin fuziunea segmentelor de integumente, urmată de reducerea fasciculelor conducătoare, s-a format integumentul interior al ovulelor angiospermelor. Integumentul exterior s-a dovedit că a rezultat din cupula ovulelor.

În diferite linii de evoluţie ale angiospermelor, din integumentul dublu a rezultat unul "simplu". Integumentul simplu se întâlneşte la ovulele unor familii mai puţin dezvoltate cum ar fi *Corylaceae, Betulaceae, Myricaceae, Juglandaceae, Umbelliferae* şi la toate Simpetalele evoluate şi la puţine monocotiledonatae (*Triuridaceae*).

Deoarece integumentul simplu al Simpetalelor este, totuşi, tot atât de masiv, uneori chiar mai masiv decât cel dublu, s-a emis părerea ca învelişul protector simplu al ovulelor a rezultat din contopirea celor două straturi ale învelişului dublu (a integumentului propriu-zis şi a cupulei) încă din stadiul de primordiu al ovulului. În unele cazuri, integumentul simplu a luat naştere, independent şi heterocron din cel dublu, fie prin faptul că stratul interior nu s-a mai dezvoltat (genurile *Fragaria, Geum, Alchemilla, Potentilla, Populus*), sau stratul exterior nu s-a dezvoltat (*Rafflesiaceae*). Există însă şi situatii când în cadrul aceleeaşi familii (*Ranunculaceae, Saxifragaceae, Rosaceae, Fabaceae, Arecaceae,Orchidaceae*, ş.a.) genuri apropiate se deosebesc prin numărul integumentelor ovulului.

În sfârşit, la unele familii semiparazite sau holoparazite ca *Loranthaceae, Olacaceae, Balanophoraceae*, ş.a., are loc reducerea până la dispariţia totală a integumentului, încât nucela este descoperită.

Nucela. Megasporogeneza. Megasporul.

Nucela reprezintă ţesutul parenchimatic diploid din interiorul ovulului tânăr, înconjurat de integumente/integument.

După cum se cunoaşte, evoluţia sporangilor la pteridofite a urmat calea de la tipul eusporangiat (cu peretele înconjurător gros, care îngreunează elaborarea sporilor) spre tipul leptosporangiat (cu perete subţire unistratificat).Transformarea tipului eusporongiat în tipul leptosporangiat a jucat un rol deosebit în evoluţia ferigilor.

Faţă de pteridofite, gimnospermele sunt în general eusporangiate, tipul leptosporangiat nu este cunoscut.

La angiosperme, însă, în cursul evoluţiei, au luat naştere megasporangii, la care se poate face o paralelă cu sporangii ferigilor. Megasporangii, care corespund tipului eusporangiat, cu nucelă mai groasă, pluristratificată, au fost numiţi de van Thieghem (1901) de tip „crasinucelat"(crassus - gros, cărnos), iar cei analogi tipului „leptosporangiat" le-a numit „tenuinucelat „(gr. tenuis-subţire).

Tipul crasinucelat de megasporange se caracterizează prin faptul că nucela este pluristratificată iar arhesporul (celula mamă a megasporului) este separată de epiderma nucelei prin mai multe straturi de celule. Acest tip caracterizează dicotiledonatele choripetale, unele simpetale (*Cucurbitaceae* ş.a.) dar şi multe monocotiledonate.

Tipul tenuinucelat este derivat din cel crasinucelat şi este mai subţire, cu mai puţine straturi de celule, iar arhesporul se află nemijlocit sub epiderma nucelei.

Cele mai primitive ovule ale angiospermelor sunt cele de tip crasinucelat şi protejate de un integument dublu.

În ovulele tenuinucelate, împrejurul gametofitului femel se formează aşa-numitul tapetum integumental sau endoteliu, care nu se întâlneşte nici la dicotiledonatele choripetale (cu excepţia umbeliferelor) şi nici la monocotiledonate. Endoteliul se diferenţiază din stratul interior al integumentului ovulelor de la dicotiledonatele simpetale. Este alcătuit din celule dispuse în sens radiar şi au rolul de a transporta substanţele nutritive de la integument spre gametofitul feminin. Celulele sunt bogate în enzime specifice, care transformă substanţele nutritive într-o formă uşor accesibilă pentru gametofiţii în formare. În stadiile de dezvoltare de mai târziu, când embrionul se apropie de starea de maturare, partea internă a endotelului se cutinizează şi are rol de protecţie.

Megasporogeneza. Analog cu sacii polinici şi în nucelă se diferenţiază un arhespor unicelular diploid. Acesta se lasă derivat din arhesporul pluricelular al predecesorilor gimnospermi, ca rezultat al unei reduceri, care a condus la o economisire de material de construcţie şi de energie pentru formarea lui. Totuşi, la cele mai diferite grupe de angiosperme apar arhespori pluricelulari (ca la *Casuarinaceae, Betulaceae, Fagaceae, Juglandaceae, Onagraceae, Salicaceae, Rubiaceae, Asteraceae* ş.a.). Aceşti arhespori pluricelulari sunt interpretaţi ca apariţii secundare, determinate de condiţii specifice.

Arhesporul poate urma două căi.Printr-o diviziune mitotică dă naştere la două celule: una superioară nimită celulă tapetală, care prin diviziuni succesive formează tapetumul, una inferioară numită celula mamă megasporală (megasporocitul), care în urma unei meioze dă naştere la o tetradă de megaspori haploizi. De regulă, megaspoarul cel mai de jos (chalazal), rareori cel de sus (micropilar), se dezvotă şi formează sacul embrionar (gametofitul feminin), în timp ce ceilalţi trei dispar.

Megasporul haploid este înconjurat de un perete subţire, alcătuit din exospor şi endospor, şi este analog cu megasporul pteridofitelor heterospore. Acest megaspor nu părăseşte sporangele (nucela) şi nici megasporangele (ovulul). În acest mod, planta mamă trebuie să aibă grijă neîncetat de dezvoltarea megaprotalului (sacului embrionar) şi apoi de embrion. Astfel, prin protecţia oferită de planta mamă, se trece de la megaspor la sământă, ca entitate de răspândire a acestor plante.

Rareori se formează numai trei, doi, sau un singur megaspor. Ultimul tip este considerat cel mai progresiv la angiosperme, caracterizat prin aceea că, megasporocitul devine nemijlocit megaspor. Se consideră ca tip progresiv, deoarece la acesta nu este consumat nici un material de construcţie pentru formarea celor patru nuclei şi a pereţilor celulari, dintre care în stadiile următoare trei vor trebui să degenereze şi să dispară.

Tapetumul caracterizează dicotiledonatele primitive choripetale, la care arhesporul este separat de epiderma sporangelui (nucela) prin straturi de celule tapetale. La dicotiledonatele simpetale, straturile de celule tapetale lipsesc şi astfel arhesporul se află, imediat, sub epiderma nucelei.

În concluzie, ovulele crasinucelate conţin celule tapetale, iar cele tenuicelate sunt lipsite de astfel de celule. De aceea, se consideră că ovulele cu celule tapetale sunt mai primitive decât celulele lipsite de acestea. Se cunosc şi excepţii la ovulele tenuinucelate ale *Convolvulaceae*- lor (simpetale) prevăzute cu celule tapetale dar şi ovule crasinucelate de la multe *Ranunculaceae* (choripetale), care sunt lipsite de celule tapetale.

În cursul evoluţiei angiospermelor, s-a trecut de la megasporangele crasinucelat şi cu tapetum bine dezvoltat, la megasporangele (ovulul) tenuinucelat, de regulă generală, lipsit de straturi de celule tapetale.

15. Gametofiţii

Consideraţii generale

În raport cu pteridofitele heterospore şi cu gimnospermele, gametofiţii angiospermelor se caracterizează printr-o construcţie extrem de simplificată. Atât gametofitul masculin cât şi cel feminin sunt rezultatul unui număr mic de meioze şi mitoze şi cu utilizarea unei cantităţi minime de material de construcţie.

Gametofitul feminin, care este considerabil mai complicat construit decât cel masculin, la gimnosperme se dezvoltă în urma a cel puţin şapte diviziuni (două diviziuni ale meiozei şi cinci mitoze) pe când la angiosperme numai cinci diviziuni (două ale meiozei şi trei mitoze).Situaţia este similară şi în ce priveşte dezvoltarea gametofitului masculin. La gimnosperme sunt necesare patru până la cinci diviziuni (inclusiv pentru gametogeneză), pe când la angiosperme numai două diviziuni mitotice (inclusiv pentru gametogeneză).

În legătură cu scurtarea puternică a ontogenezei, gametofiţii angiospermelor au pierdut gametangiile (anteridiile şi arhegoniile). Această pierdere este un exemplu sugestiv de neotenie, adică maturarea sexuală în stadii de dezvoltare mereu mai timpurii şi mai puţin diferenţiate. În acest mod, gametofiţii angiospermelor, mai reduşi şi mai simplificaţi prin neotenie, nu mai prezintă nici un fel de urme ale gametangilor de la gimnosperme. Cu alte cuvinte, gameţii se formează fără gametangii, deosebindu-se astfel angiospermele de toate grupele sistematice anterioare. Mai mult decât atât, chiar dezvoltarea gameţilor este de asemenea, scurtată, încât aceştia devin extrem de simplificaţi.

Ca urmare a acestor schimbări fundamentale în desfăşurarea ontogenezei, la angiosperme ca şi la o parte a gimnospermelor (cele superioare *Chlamydospermae*), au luat naştere tipuri complet diferite de gametofiţi şi gameţi, care se deosebesc fundamental de gametofiţii şi gameţii maturi ai gimnospermelor primitive.

Deja la gimnosperme, evoluţia a urmat calea generală a unei scurtări, simplificări şi accelerări a gametogenezei.

Împreună cu restructurarea altor organe ale florii, reducerea numărului de diviziuni necesare dezvoltării gametofiţilor şi formării gameţilor, aceste caracteristici fac posibilă o grăbire a dezvoltării, reproducerea mai rapidă şi cu aceasta, o cucerire a noi spaţii de viaţă pentru angiosperme, altfel inaccesibile.

Dezvoltarea gametofitului masculin

Întreaga dezvoltare a gametofitului masculin (inclusiv gametogeneza) constă numai din două diviziuni mitotice, în timp ce la gimnosperme sunt necesare până la cinci mitoze, dintre care, trei până la patru, preced diviziunea de formare a gameţilor.

La angiosperme, formarea gametofitului masculin începe cu microsporul uninuclear. Din diviziunea nucleului microsporului se formează doi nuclei, la fel de mari la început. Ulterior, unul dintre aceştia devine mai mare şi reprezintă nucleul celulei sifonogenă (al celulei tubului polinic), în timp ce cel mai mic este al celulei generative. Între cei doi nuclei se formează un perete celular boltit către interior şi asfel se separă două celule: celula sifonogenă (numită în mod curent celulă vegetativă) şi celula generativă.

Celula generativă, la început este alipită de peretele microsporului, însă ulterior înaintează şi pătrunde în citoplasma celulei sifonogene. În stadiile iniţiale, celula generativă este elipsoidală, apoi capetele ei se întind puternic încât aceasta ia formă de seceră. Printr-o diviziune mitotică, din această celulă iau naştere doi gameţi masculini, opriţi în dezvoltare la celule mame neflagelate numite spermatii. Această diviziune are loc la grupele iniţiale de angiosperme, mai primitive, abia în tubul polinic, iar la grupele derivate, probabil când granula de polen se află în sacul polinic. Corespunzător cu această diviziune, grăuncioarele de polen la polenizare sunt alcătuite din două celule (caracter plesimorf) sau din trei celule (caracter apomorf).

Celula sifonogenă (generatoare a tubului polinic), considerabil mai mare, puternic vacuolizată şi cu activitate metabolică crescută, reprezintă punctul de plecare pentru formarea tubului polinic.

În concluzie, gametofitul masculin al angiospermelor, care constă numai din două celule sifonogenă şi generativă (fig. 246), a rezultat din gametofitul masculin al gimnospermelor, ca rezultat al scurtării ontogenezei, prin dispariţia unor diviziuni mitotice de început sau în stadiile mai târzii ale dezvoltării acestuia.

Şi în evoluţia gametofitului masculin al gimnospermelor (fig. 246) se pot urmări câteva stadii de evoluţie, prin reduceri şi dispariţii ale unor diviziuni şi implicit ale unor celule alcătuitoare.

Primul stadiu şi cel mai primitiv pentru gimnospermele actuale îl reprezintă gametofiţii masculini de la *Cycadaceae*, genurile *Ginkgo*, *Ephedra* şi cele mai numeroase conifere. Ca rezultat a cel puţin trei diviziuni mitotice, în alcătuirea acestui gametofit se află celule protaliene (una sau două), o celulă dislocatoare, o celulă vegetativă (sifonogenă) şi o celulă spermatogenă.

Evoluția în continuare a gametofitului masculin a avut loc în două direcții. La *Taxaceae*, *Taxodiaceae* și *Cupressaceae* au dispărut celulele protaliene. La genul *Gnetum* s-a păstrat o celulă protaliană, iar la genul *Welwitschia* s-a menținut numai nucleul unei celule protaliene. La aceste ultime două genuri de gimnosperme evoluate, ca urmare a scurtării ontogenezei, s-au păstrat doar o celulă protaliană și una spermatogenă, iar celelalte au dispărut.

Tipul culminant de evoluție a gametofitului masculin se întâlnește la angiosperme, la care lipsesc atât celulele protaliene, cât și celula dislocatoare, interpretată ca un rest al peretelui anteridiului de la pteridofitele heterospore. Celula generativă este singura rămășiță din acest anteridiu.

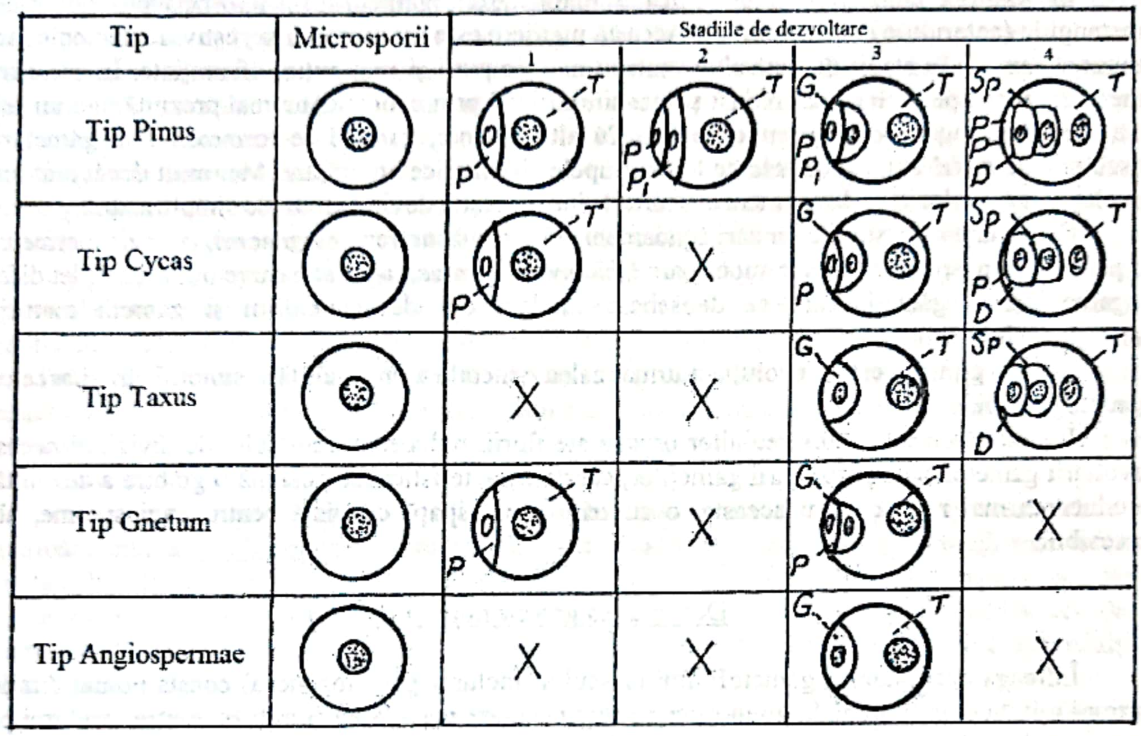


Fig. 246. Comparație între stadiile de dezvoltare ale gametofitului masculin la spermatofite (stadiile din ontogeneză care nu au loc, ca urmare a scurtării dezvoltării sunt însemnate cu „x": P – prima (sau singura celulă protaliană); T – celula sifonogenă (a tubului polinic); G – celula generativă; D – celula dislocatoare (a tijei); Sp – celula spermatogenă (după Takhtajan)

Dezvoltarea gametofitului feminin

Sunt cercetate și bine cunoscute trei tipuri de formare a gametofitului feminin (sacul embrionar) la angiosperme: monosporic, bisporic și tetrasporic (fig. 247).

1. Tipul monosporic. La majoritatea angiospermelor, cel puțin 80 % dintre speciile cercetate, gametofitul feminin se dezvoltă dintr-unul din cei patru potențiali megaspori, rezultați în urma megasporogenezei, separați între ei prin pereți celulari.

Dintre cei patru megaspori, dispuși etajat, cei trei superiori, mai rar cei inferiori, degenerează treptat. Ramâne viabil numai cel mai de jos-chalazal- mai bine hrănit și protejat, care reprezintă punctul de plecare pentru formarea gametofitului feminin, așa numitul sac embrionar.

Megasporul haploid, în urma a trei diviziuni nucleare libere, dă naștere la 8 nuclei. Aceștia se organizează câte patru în doi poli: micropilar și chalazal. Ulterior, câte un nucleu, din cei doi poli, migrează spre mijlocul sacului embrionar. Aceștia pot ramâne doar alipiți (caracter plesiomorf) și alcătuiesc globulii (nucleii) polari sau prin concreștere (caracter apomorf) dau naștere unei celule diploide numită nucleul secundar al sacului embrionar.

Grupele, de câte trei nuclei, dispuse la cele două capete înguste ale sacului embrionar, se înconjoară cu citoplasmă, apoi cu o membrană plasmatică și mai târziu cu perete celular propriu, rezultând, astfel, celule independente. Cele trei celule dinspre micropil alcătuiesc aparatul oosferei, în mijloc cu oosfera (gametul feminin), care este mai mare și mai împinsă către interior, iar celelalte două devin sinergide (celule ajutătoare) mai mici, situate de o parte și de alta a oosferei. Cele trei celule de la polul chalazal, opuse celui micropilar, reprezintă antipodele.

Acest tip de formare al gametofitului feminin este tipul monosporic (tip Polygonum) şi este mai răspândit între angiospermele actuale.

2. Tipul bisporic (tip Allium) este cunoscut la *Podostemaceae, Limnocharitaceae, Alismataceae, Convallaria, Allium şi Amaryllidaceae.* În acest caz, la formarea gametofitului feminin participă doi megaspori, neseparaţi unul de celălalt prin pereţi ceulari, câte unul din ambele diade, rezultate după prima diviziune meiotică. Dezvoltarea gametofitului se realizează pe un drum mai scurt decât în cazul celui monosporic.

3. Tipul tetrasporic (tip Adoxa) a fost pus în evidenţă la *Peperomia, Penaea, Drusa, Maianthemum, Ulmus, Fritillaria, Lilium, Plumbagella, Plumbago, Adoxa* şi alte câteva plante. În acest caz la formarea gametofitului ia parte întreaga tetradă a megasporilor, neseparată prin pereţi celulari. Întreaga celulă mamă a megasporilor (megasporocitul) se transformă într-o plăsmuire cu patru nuclei, care uneori este desemnată ca coenomegaspor. Cei patru nuclei haploizi corespund la patru megaspori, care participă la formarea gametofitului feminin.

Indiferent după care din cele trei tipuri se formează, gametofitul feminin (sacul embrionar matur) în final construcţia sa este unitar de asemănătoare la toate angiospermele.

După părerea unor autori, tipul monosporic de sac embrionar ar fi cel mai evoluat în comparaţie cu tipurile bisporic sau tetrasporic. După alţi morfologi, tipul monosporic este iniţial mai primitiv, iar cele bisporic şi tetrasporic sunt derivate din cel monosporic.

Diferenţele dintre alcătuirea gametofitului feminin al angiospermelor şi acela al celor mai multe gimnosperme sunt aşa de mari, încât forme intermediare sunt greu de imaginat. Numai la două genuri de gimnosperme evoluate: *Welwitschia* şi *Gnetum* se pot evidenţia unele asemănări ale gametofiţilor lor feminini cu cei ai angiospermelor. În mod special asemănarea se referă la lipsa arhegoniilor şi prin micşorarea numărului de nuclei din gametofitul feminin. Gametofiţii fără arhegoane au luat naştere ca rezultat al unei vizibile scurtări a ontogenezei.

Plecând de la aceste constatări I. D. Romanov (1944) şi Takhtajan (1954) au emis ipoteza apariţiei neotenice a gametofitului feminin al angiospermelor din gametofitul feminin al gimnospermelor, prevăzut cu arhegonii. Aceasta înseamnă că formarea timpurie a gameţilor, cu eliminarea etapei formării arhegoniului şi a câtorva generaţii de celule precedente lui, reprezintă o accelerare a dezvoltării sau o ontogeneză neîncheiată, un exemplu clar de neotenie. Diferenţierea oosferei la angiosperme are loc după o meioză şi o mitoză a megasporului, într-un stadiu atât de timpuriu, încât arhegoniul nu a avut timp să se formeze.

Simplificarea structurală a gametofitului feminin al angiospermelor, ca şi puternica accelerare a dezvoltarii sale, reprezintă o consecinţă a maturării mult mai rapide a ovulelor lor, mult mai mici, decât ale gimnospermelor. Maturarea rapidă a acestora şi dimensiunile lor mai mici sunt în legătură cu dezvoltarea rapidă a florii angiospermelor şi cu faptul că ovulele sunt protejate în rezervoare închise - ovarele. Toate aceste modificări evolutive au derivat din transformarea neotenică a strobilului (conul feminin al predecesorilor gimnospermi) în floarea angiospermelor.

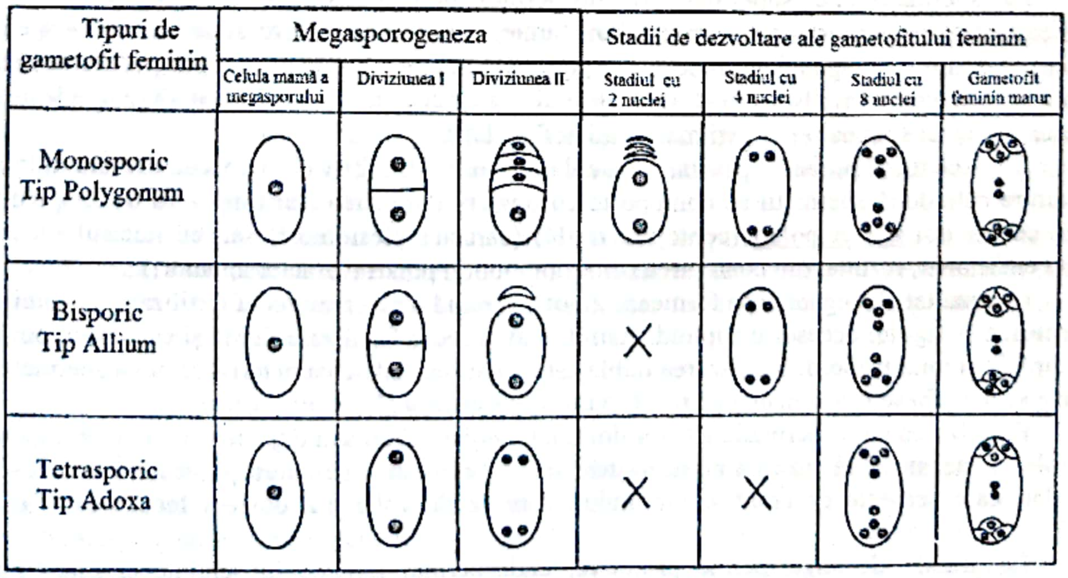


Fig. 247. Tipuri ale megasporongenezei şi câteva tipuri de bază ale dezvoltării gametofitului feminin la angiosperme (după Takhtajan)

16. Apariția tubului polinic și fertilizarea

La spermatofite, grăuncioarii de polen trebuie transportați din sacii cu polen pe locul de concepție al ovulelor: la gimnosperme pe micropilul ovulelor, iar la angiosperme pe stigmatul gineceului. Acest proces poartă numele de polenizare.

În timp ce sporii pteridofitelor sunt răspândiți, de regula generală, pe diferite locuri stabile, umede, la spermatofite este necesară o precizie mult mai mare a transportării polenului. Multe mecanisme și transformări în construcția florii angiospermelor trebuie să fie interpretate ca adaptări cu privire la eliberarea, transportul și în final captarea polenului.

La angiosperme, polenul este captat de stigmatul lipicios sau papilos și sub influența unor substanțe secretate de acesta germinează. Exina grăunciorului de polen se deschide în locuri prefigurate cu perete subțire, așa numitele cute (pliuri) germinative, iar celula tubului de polen (celula sifonogenă sau vegetativă) formează, prin întinderea puternică a intinei, tubul polinic. La început acesta are configurația unei papile mici, care ulterior se alungește și ia forma unui tub fin, filiform. Tubul polinic crește mai întâi în stigmat (fig. 248-A), își croiește drum printre țesuturile stilodiului sau ale stilului și în cele din urmă înaintează în interiorul ovulelor spre gametofitul feminin. Creșterea tubului polinic are loc cu viteze diferite, însă, de regulă generală, cu 1- 3 mm/oră.

Pătrunderea tubului polinic în megasporange poate avea loc prin micropil – proces numit porogamie sau pe o cale ocolită aporogamie. Aporogamia este subîmpărțită în chalazogamie și mezogamie.

În cazul chalazogamiei tubul polinic pătrunde în megasporange prin chalază, se întoarce către în sus și ajunge în apropierea aparatului oosferei.Chalazogamia se întâlnește, printre altele, la *Betulaceae*, *Corylaceae* și *Juglandaceae*.

În mezogamie tubul polinic pătrunde în ovul pe latura dintre chalază și micropil, așa cum a fost dovedit la *Alchemilla*, *Cucurbita* ș.a.

Dintre aceste tipuri se consideră că porogamia este primară iar aporogamia derivată. Argumente pentru aceasta sunt predecesorii gimnospermi ai angiospermelor. Se cunoaște faptul că la gimnosperme, atât cele vechi cât și cele actuale, micropilul ovulului este funcțional și reprezintă locul pe unde pătrunde tubul polinic în ovul. De asemenea, la angiospermele cele mai primitive, inclusiv toate *Magnoliales*, apare numai porogamia. Aporogamia, în schimb, se întâlnește numai la formele superioare, cu flori simplificate și în general specializate. La aceste forme aporogame, micropilul are forma unei deschideri rudimentare, nefuncțională sau total închisă.

Toate aceste argumente arată că în cursul evoluției angiospermelor aporogamia a derivat din porogamie și este un indiciu pentru specializarea formelor la care se întâlnește.

La spermatofitele primordiale cu fertilizare prin spermatozoizi (așa numita zoidiogamie) tubul polinic servește numai la hrănirea și ancorarea, ca un rizoid, a gametofitului masculin de peretele camerei polinice.

La spermatofitele superioare (angiosperme) derivate, cu fertilizarea (fecundația) prin intermediul tubului polinic – așa numita sifonogamie, tubul polinic are rolul de a conduce spermatiile (gameții masculini neflagelați) în mod pasiv până la gametofitul feminin. Tubul polinic se alungește continuu și este hrănit prin lizarea celulelor stilului și ale nucelei. Celula generativă se divide mitotic și dă naștere la două spermatii (gameți masculini neflagelați).

După ce tubul polinic a pătruns în sacul embrionar (fig. 248-B) își varsă conținutul în acesta. Una dintre cele două spermatii se contopește cu oosfera (singamia), în timp ce a doua spermatie se unește cu cei doi nuclei polari (contopire triplă) (caracter plesiomorf) sau cu nucleul secundar al sacului embrionar, rezultat din contopirea celor doi globuli polari (caracter apomorf).

Ca rezultat al singamiei se formează zigotul diploid iar ca rezultat al fertilizarii (fuziunii) triple se formează și zigotul accesoriu triploid. Astfel, a avut loc o fertilizare dublă și ca urmare doi zigoți: unul diploid și unul triploid. Fertilizarea dublă este o particularitate caracteristică angiospermelor, prin care ele se deosebesc fundamental de toți ceilalți reprezentanți al regnului vegetal.

Fertilizarea cu o spermatie a celor doi nuclei polari liberi sau deja contopiți, în esență nu este o fertilizare, deoarece ca rezultat nu ia naștere un embrion, ci o structură particulară – endospermul secundar, care servește ca hrană embrionului, care se dezvoltă din oosfera fecundată (Takhtajan, 1959).

La grupe de angiosperme primitive, endospermul ramâne în semințe și este puternic dezvoltat, în schimb la un șir întreg de alte familii mai evoluate, întregul endosperm este consumat în timpul maturării semințelor și servește formării embrionului.

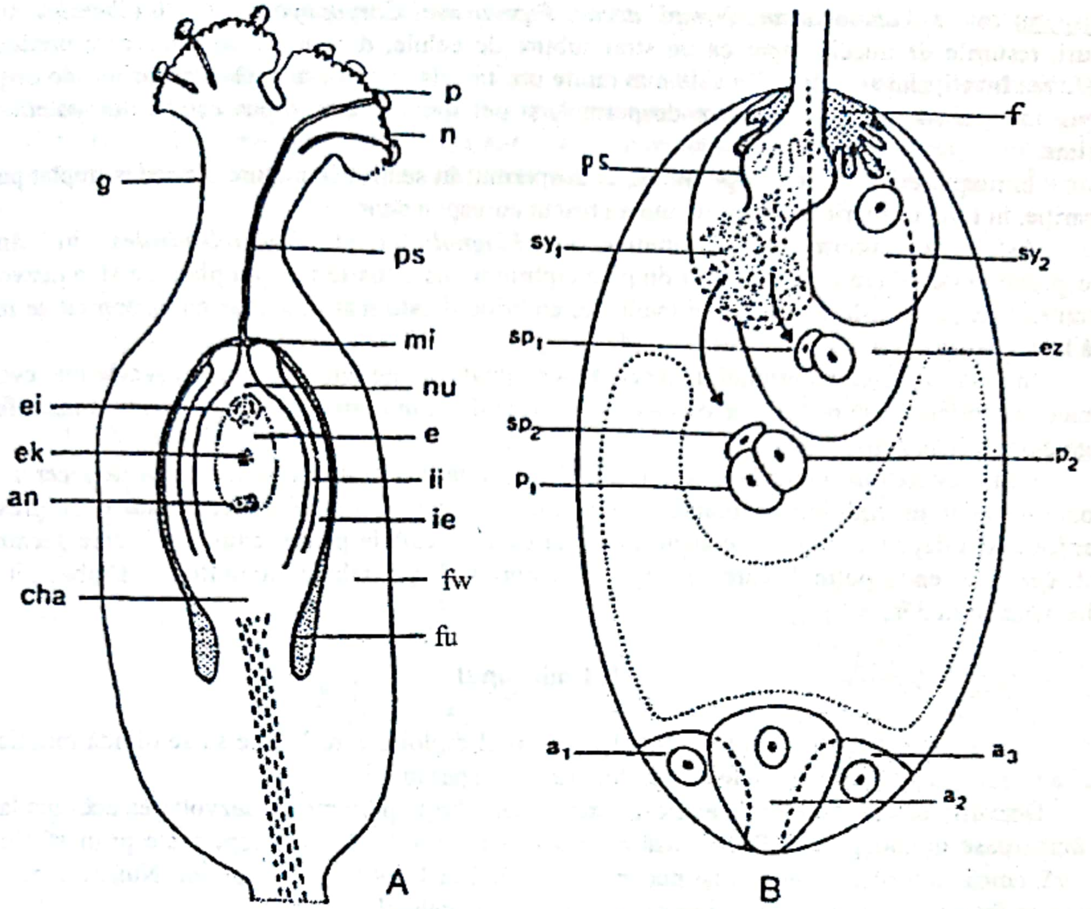


Fig. 248. Polenizarea și fertilizarea la angiosperme: A – Ovar de la *Falopia* (*Polygonum*) *convolvulus* cu ovul atrop (în secțiune longitudinală schematică): fw – peretele ovarului; g – stilul; n – stigmatul papilos cu grăuncioare de polen (p) germinând și formând tuburi polinice (ps); OVULUL cu: fu – funicul; cha – chalaza; ie și ii – integument exterior și interior; mi – micropilul; nu – nucela; e – sacul embrionar; an – antipode; B – Schema sacului embrionar în timpul fertilizării; ps – la pătrunderea tubului polinic în aparatul filiform (f) rezultat din degenerarea unei sinergide, cealaltă dintre cele două sinergide (sy$_1$ și sy$_2$) este distrusă; unul dintre cei doi nuclei spermatici (spermatii) (sp$_1$) se unește cu nucleul oosferei (ez), celălalt nucleu spermatic (sp$_2$) se contopește cu ambii nuclei polari, care au fuzionat (p$_1$+p$_2$); la baza ovulului rămân cele trei antipode (a$_1$, a$_2$, a$_3$) (A- după Schenck; B- după A. Jensen, modificat, din Strasburger, 1999)

Când endospermul se menține în semințe, el este folosit nu numai de către embrion, ci și în timpul germinării acestora.

În ambele cazuri, însemnătatea endospermului este foarte mare. Se presupune că această contopire triplă servește nu numai la mărirea cantității de substanță nutritivă dar și la stimularea dezvoltării endospermului prin declanșarea mai rapidă a diviziunii zigotului secundar înaintea celui principal, care formează embrionul.

Fertilizarea triplă a apărut ca rezultat al extremei simplificări a gametofitului feminin la angiosperme care, spre deosebire de gimnosperme, nu dispune de nici un fel de substanța nutritivă. Tocmai în aceasta se află însemnătatea biologică a dublei fertilizări, ca o compensare a extremei simplificări structurale a gametofitului feminin.

F. EVOLUȚIA SEMINȚEI

După ce fertilizarea dublă a avut loc începe dezvoltare seminței. În construcția seminței se mențin și anumite trăsături de bază ale alcătuirii ovulului.

Sămânța matură este formată din:
- embrion
- endosperm
- învelișul semințeí (tegumentul seminal)

Din resturi ale nucelei, la unele semințe se formează un țesut exterior de nutriție numit perisperm ca la *Cabombaceae, Nympheaceae, Piperaceae, Caryophyllales* și *Zingiberales*. În alte cazuri, resturile de nucelă apar ca un strat subțire de celule, dar cu perete gros, care participă la alcătuirea învelișului seminței. De cele mai multe ori, nucela este consumată și resturile sale dispar în timpul maturării semințelor. Ca și endospermul, și perispermul este supus oscilațiilor puternice de mărime.

În timpul evoluției angiospermelor, endospermul în semințele mature s-a redus treptat până la dispariție, în timp ce mărimea embrionului a crescut corespunzător.

Asfel, la angiospermele primitive ca *Magnoliales* și *Trochodendrales*, în sământă endospermul este puternic dezvoltat în timp ce embrionul este foarte mic, cu plumula slab dezvoltată. În contrast cu acestea, la formele mai evoluate, embrionul este mai mare, iar endospermul se reduce până la dispariție.

Între dezvoltarea embrionului, la cele mai evoluate plante (angiospermele) și cele mai evoluate animale (mamiferele) se poate face o analogie, în sensul că, în corpul mamei, embrionul mamiferelor atinge o dezvoltare considerabilă.

Prin creșterea în dimensiuni a embrionului rezultă posibilitatea ca substanța de rezervă să se depoziteze chiar în embrion și anume în cotiledoanele sale. Acest fapt reprezintă o progresiune, deoarece hrana depozitată în cotiledoane este mai ușor accesibilă pentru embrionul care germinează, decât cea din endospermul care înconjoară embrionul și trebuie solubilizat și absorbit prin cotiledoane/cotiledon.

1. Embrionul

Dezvoltarea embrionului pornește de la zigotul diploid, care începe să se dividă mitotic, dar după ce au început diviziunile nucleului triploid (al endospermului).

Dezvoltarea embrionului la angiosperme se deosebește puternic de dezvoltarea acestuia la cele mai numeroase gimnosperme. Prima fază a dezvoltării zigotului la gimnospermele primordiale este nucleară, adică se formează numeroși nuclei liberi (până la 1.000) sau mai puțini. Numai după aceea încep să se formeze pereții celulari și să se individualizeze celulele.

Spre deosebire de gimnosperme, la toate angiospermele și foarte puține gimnosperme, dezvoltarea zigotului este de la început celulară, adică, după prima diviziune a nucleului apar și pereții celulari. Singura excepție o reprezintă genul *Paeonia*, la care a fost dovedită o diviziune nucleară liberă, atât la formarea endospermului cât și la cea a embrionului.

Dezvoltarea embrionului începe cu întinderea în lungime a zigotului și divizarea lui printr-un perete transversal (fig. 249 A-B). În urma mai multor diviziuni transversale se formează proembrionul. Proembrionul apare, la început, ca o structură pluricelulară sferică, împărțită în 4 celule (cvadranți), apoi în 8 celule (octanți), apoi un șir de celule, care prin celulele bazale ce alcătuiesc hipofiza, se leagă de suspensor. Din șirul scurt de celule, numai prima sau primele celule ale acestui șir, îndreptate spre chalază, formează mai târziu embrionul propriu-zis. Celelalte celule orientate spre micropil, se transformă în suspensor (purtătorul embrionului) (fig. 249 C-F). Proembrionul are forme variate: filiform, fusiform sau claviform, cu simetrie radiară. După diferențierea cotiledoanelor/cotiledonului și trecerea la simetria bilaterală sau la monosimetrie, proembrionul se transformă în embrion.

Suspensorul, pe lângă funcția de purtător al embrionului, cooperează și la hrănirea embrionului, prin faptul că, el îl împinge în endosperm și nu rareori indeplinește și funcția de haustor (sugător) al hranei din endosperm către embrion.

Embrionul spermatofitelor este construit bipolar.

Polul rădăcinii, cu construcția sa – rădăcina embrionară numita radiculă, este îndreptat spre micropil; polul lăstarului, în schimb, este orientat spre chalază.

Polul lăstarului sau lăstarul embrionar se întâlnește cu polul rădăcinii în regiunea numită gâtul rădăcinii. El este alcătuit din hipocotil, cotiledoane și plumula. Hipocotilul este situat între gâtul rădăcinii și locul de amplasare al cotiledoanelor/cotiledonului). Deasupra hipocotilului se găsesc două, unul și rar mai multe cotiledoane (la angiosperme).

Cotiledoanele sunt cel mai bine dezvoltate la semințele care nu posedă endosperm, astfel încât, substanțele de rezervă se depun în acestea. Se evidențiază mai bine la semințele cu germinație epigee.

Epicotilul reprezintă segmentul de deasupra cotiledoanelor până la locul de fixare al primelor frunze (protofile).

Plumula reprezintă mugurele terminal al embrionului din care, după germinarea seminţei, se dezvoltă lăstarul primar. Fecvent, embrionul complet dezvoltat nu posedă plumula şi atunci epicotilul devine direct lăsarul primar.

La unele angiosperme embrionul rămâne, chiar în seminţele mature, mic şi neîmpărţit. Un astfel de embrion, mic şi nedezvoltat, se află la plante secundar specializate, cum sunt cele micorizante şi parazite ca: *Balanophoraceae, Refflesiaceae*, unele *Pyrolaceae, Monotropaceae, Cuscutaceae, Orobanchaceae, Orchidaceae*, ş.a., dar şi la unele plante fotoautotrofe ca *Ficaria verna* şi *Corydalis cava*.

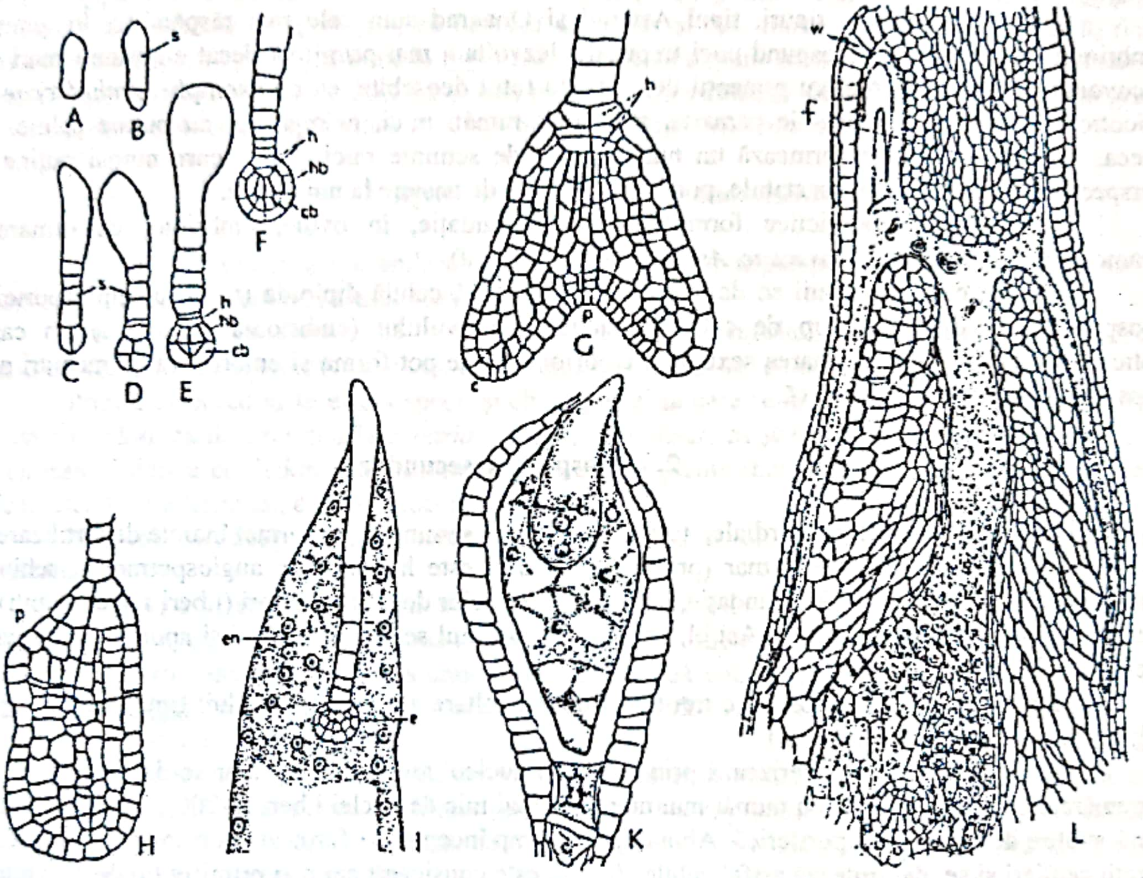


Fig. 249. Dezvoltarea embrionului şi endospermului secundar la angiosperme: A – zigot; B – diviziunea în celula bazală (a embrionului) şi superioară (s) a suspensorului; C-H – embrion tânăr cu hipofiza (h) ca şi zonele hipocotilului (hb), cotiledoanelor (cb-c) şi a meristemului apical al lăstarului (p) - A-G – la *Capsella bursa-pastoris* (dicotiledonată) şi H – la *Alisma sp.* (monocotiledonată); I-K – embrion tânăr (e) cu suspensor în endospermul nuclear (en), respectiv celular (*Lepidium sp.*, respectiv *Ageratrum mexicanum*); L – din endosperm s-a dezvoltat, prin micropil, un haustorium ramificat în formă de tub, care este alăturat în parte peretelui ovarului (w), în parte funiculului (f). În sacul embrionar este recognoscibil embrionul cu suspensor (A-H- după Hanstein şi Soueges; F- după Guignard; K- după Dahlgren; L- după Billings, din

Există şi exemple de plante la care embrionul are mai multe cotiedoane, ca *Proteaceae* (evoluate) dar şi unele forme primitive. Astfel, la *Degeneria vitiensis* 87 % dintre embrioni au trei cotiledoane, 13 % sunt cu patru cotiledoane şi niciunul cu două cotiledoane (la 310 seminţe) (după Swamy 1949 - citat după Takhtajan, 1959).

Pe baza construcţiei embrionului, angiospermele au fost împărţite în două clase: dicotiledonate şi monocotiledonate.

Deşi formarea proembrionului se desfăşoară în acelaşi mod la ambele clase, dezvoltarea embrionară în continuare este diferită.

Deosebirea constă în aceea că, la dicotiledonate, la fiecare latură a hipocotilului ia naştere un cotiledon, la monocotiledonate numai un cotiledon, cu poziţie de capăt, iar lăstarul se formeaza lateral.

Tipul de embrion monocotiledonat apare numai la angiosperme şi a rezultat, în decursul evoluţiei din tipul de embrion înzestrat cu două cotiledoane, care este caracteristic şi pentru multe gimnosperme.

Atât la dicotiledonate cât şi la monocotiledonate, la diferite grupe izolate, în dezvoltarea embrionară se constată deosebiri mari, încât au fost separate şase tipuri embriogenetice: Onagrad (Cruciferad), Asterad, Solanad, Chenopodiad şi Piperad.

Aceste tipuri se deosebesc unele de altele prin modul primei diviziuni a zigotului (frecvent transversală dar şi longitudinală, prin comportarea celulei terminale a proembrionului, la diviziunea transversală a zigotului), în timpul primei diviziuni şi a celor ulterioare dar şi în măsura în care celula bazală participă la formarea embrionului. Relaţiile reciproce, evoluţioniste, dintre aceste tipuri, nu sunt pe deplin elucidate, deşi cercetarea comparativă a lor prezintă importanţă deosebită pentru sistematica filogenetică.

Dintre toate aceste tipuri, tipul Asterad şi Onagrad sunt cele mai răspândite. În general, embrionii mici şi drepţi corespund unei trepte de dezvoltare mai primitivă decât embrionii mari sau încovoiaţi. La unele plante, cu pretenţii de viaţă cu totul deosebite, ca de exemplu *Orchidaceae*- le micotrofe şi *Orobanchaceae*- le parazite, embrionii ramân mici, neîmpărţiţi, cu puţine celule. De aceea, plantele respective formează un număr mare de seminţe mici, dintre care numai puţine au perspectiva să ajungă în locuri stabile, potrivite, pentru a da naştere la noi plante.

Unele plante apomictice formează, fără fecundaţie, în ovule, embrioni, ca urmare a agamospermiei (la diferite *Rosaceae, Asteraceae* şi *Poaceae*).

În acest caz, embrionii se dezvoltă dintr-o singură celulă diploidă (în cazul diplosporiei şi aposporiei) sau dintr-un grup de celule somatice ale ovulului (embrionia adventivă). În cazul poliembrioniei, pe lângă formarea sexuală a embrionului, se pot forma şi embrioni suplimentari prin aposporie şi embrionie adventivă.

2. Endospermul secundar

La gimnospermele primordiale, ţesutul nutritiv al seminţei este format înainte de fertilizare şi poartă numele de endosperm primar (protal feminin) şi este haploid. La angiosperme, în schimb, ţesutul nutritiv ia naştere după fecundaţie, din contopirea celor doi nuclei polari (liberi sau contopiţi) ai sacului embrionar cu o spermatie. Astfel, se formează zigotul secundar triploid şi apoi un endosperm secundar triploid.

La angiosperme se deosebesc trei tipuri de dezvoltare ale endospermului: tipul nuclear, tipul celular şi tipul helobial (sau bazal).

Tipul nuclear se caracterizează prin aceea că nucleul zigotului secundar se divide mitotic de nenumărate ori, formându-se un număr mai mare sau mai mic de nuclei liberi (8-200), care stau într-o masă subţire de citoplasmă periferică. Abia după un timp încep să se formeze, pornind de la periferie, pereţii celulari şi se delimitează astfel celule. Acesta este considerat cel mai primitiv tip de dezvoltare al endospermului, deoarece se corelează cel mai pronunţat cu alte caractere de inferioritate ale respectivelor plante, cum ar fi corola choripetală, integumentul dublu al ovulului ş.a. A fost pus în evidenţă la numeroase grupe de dicotiledonate choripetale şi numai la puţine familii de dicotiledonate simpetale, ca *Rubiaceae, Convolvulaceae* ş.a.

Tipul celular se caracterizează prin aceea că, diviziunile nucleului zigotului accesoriu sunt urmate imediat de formarea preţilor celulari. Se formează, astfel, un endosperm celular masiv, care înconjoară şi hrăneşte embrionul. Unele celule ale sale pot să conţină şi mai mult de un nucleu. Acest tip de endosperm este cel mai fecvent întâlnit la dicotiledonatele simpetale (*Asteridae* ş.a.).

Tipul helobial (bazal) sau intermediar este caracteristic pentru multe monocotiledonate, printre care şi familiile cele mai primitive. De asemenea, se întâlneşte şi la unele dicotiledonate din ord. *Magnoliales, Rosales* ş.a.

La acest tip, după prima diviziune a nucleului, se formează un perete celular care împarte cavitatea sacului embrionar în doua camere : micropilară, mai mare şi chalazală, mai mică. În camera micropilară, prin diviziuni succesive, se formează o serie de nuclei liberi şi abia mai tărziu apar, între aceştia, pereţii celulari, formându-se, astfel, endospermul celular. Camera chalazală, în mod normal nu ia parte la formarea endospermului, ci funcţionează ca un haustoriu endospermal. Acesta trimite ramificaţii în nucelă sau în endosperm, de unde absoarbe substanţele nutritive şi le transmit embrionului în timpul germinaţiei seminţei.

Apariţia endospermului a jucat un rol deosebit în evoluţia angiospermelor dar, în acelaşi timp, a reprezentat un important izvor de hrană pentru mulţi reprezentanţi ai regnului animal, inclusiv pentru om.

În semințele tuturor angiospermelor primitive, endospermul secundar, ca țesut nutritiv, este foarte dezvoltat și înconjoară de jur împrejur embrionul, care este mic și foarte puțin dezvoltat. Alteori, încă pe planta mamă, în sământă, embrionul crește în dimensiuni dar își menține poziția centrală sau se deplasează lateral. În legătură cu o mai ușoară mobilizare și asimilare a substanțelor de rezervă la germinarea semințelor, endospermul secundar este adesea complet involuat, iar substanțele nutritive se depun în cotiledoane, ca părți componente ale embrionului (de ex. la leguminoase, castanul sălbatic ş.a.). Numai rareori înmagazinarea substanțelor de rezervă nu se face deloc în semințe (de ex. semințele mici ale orhideelor sunt practic lipsite de endosperm).

După natura substanțelor nutritive din semințe se poate vorbi de semințe: amidonoase (făinoase) la graminee; oleaginoase, ca la nuca de cocos și mai multe dicotiledonate (rapiță, ricin, unele compozite, etc.; cornoase până la pietroase, la care se depune hemiceluloza în pereții celulari și se întâlnește la multe specii din *Liliales* și unii palmieri. Ca substanțe de rezervă, la numeroase grupe de plante, semințele conțin atât glucide, cât și lipide și protide, vitamine etc.

3. Apariția embrionului monocotiledonat

O problemă principală a embriologiei evoluționiste a angiospermelor o reprezintă apariția embrionului cu un cotiledon al clasei *Monocotiledonatae*.

Este pe deplin stabilit că monocotiledonatele au rezultat, în procesul evoluției, din dicotiledonate arhaice și embrionul cu un cotiledon a apărut din cel cu două cotiledoane.

Printre dicotiledonate există specii și chiar genuri la care se dezvoltă în mod normal embrion cu un cotiledon, ca de exemplu la *Ficaria, Carum, Corydalis*, ca și la unele gesneriacee exotice. La *Cyclamen* al doilea cotiledon este rudimentar. La aceste plante dicotiledonate însă, cotiledonul este situat lateral și nu terminal, ca la monocotiledonate.

Neîndoielnic, din punct de vedere evolutiv, embrionul cu un cotiledon a apărut din cel cu două cotiledoane.

Cu privire la originea cotiledonului monocotiledonatelor au existat câteva ipoteze: ipoteza heterocotiliei, sincotiliei ş.a. După prima ipoteză, singurul cotiledon al monocotiledonatelor a rezultat în urma reducerii până la dispariție a unuia dintre cele două cotiledoane ale dicotiledonatelor. După ipoteza sincotiliei, prin concreșterea celor două cotiledoane a rezultat singurul cotiledon al monocotiledonatelor.

Cercetările cele mai recente au demonstrat că apariția embrionului cu un cotiledon a stat, corelativ, în legătură cu formarea profilelor (protofilelor). Ca și profilele (primele frunze), tot astfel și cotiledoanele sunt primele organe frunză, care iau naștere pe axa lăstarului și au formă mai simplă decât frunzele de mai târziu (metafile).

Este cunoscut faptul că dicotiledonatele, de cele mai multe ori, posedă o pereche de protofile dispuse lateral, în timp ce, monocotiledonatele prezintă numai una, care stă între axa principală și o ramificație laterală. Există și unele excepții: multe *Annonaceae* și genul *Aristolochia* (dicotiledonate) au numai o profilă așezată lateral, în timp ce unele monocotiledonate (*Dioscoreaceae*- le) posedă două profile laterale.

Cercetări asupra sistemului conducător și ale istoriei dezvoltării cotiledonului monocotiledonatelor au dovedit că acesta n-a rezultat în urma concreșterii celor două cotiledoane, cum s-a presupus mai înainte. De aceea, s-a emis ideea că, transformarea unui embrion cu două cotiledoane laterale, într-un embrion cu un singur cotiledon terminal, s-a putut face, dintr-o dată și nu treptat, prin modificarea dar și numărul structurilor în stadiile de început ale diferențierii embrionului (ca proembrion). Ca argument se poate aduce faptul că la monocotiledonatele cele mai primitive lipsește orice urmă a celui de-al doilea cotiledon, în stadii mai inițiale sau terminale de reducere până la dispariție.

4. Tegumentul seminal (Coaja semințeі)

A luat naștere din ambele integumente sau, la formele derivate, din integumentul ovulului.

La formele primitive, cu integument dublu, din integumentul exterior se formează un strat de protecție, iar integumentul interior, deseori, dă naștere la partea principală a cojii semințeі. La *Aristolochiaceae* , *Lythraceae* ş.a. ambele integumente formează straturi de protecție lignificate, iar la *Berberidaceae* integumentul exterior formează partea cea mai importantă a cojii semințeі.

La ovulele cu integument simplu, rareori aceasta se transformă complet în coaja seminței. De regulă generală, o parte interioară sau exterioară a integumnetului este complet resorbită.

Tegumentul seminal are o construcție histologică foarte complicată și cunoașterea acestuia are importanță sistematică în delimitarea unor familii, genuri sau chiar specii ale aceluiași gen.

Evolutiv, se pot deosebi trei tipuri de construcție a tegumentului seminal.

A. Tipul Magnolia este considerat cel mai primitiv. Tegumentul seminal (fig. 250) se compune, asemănător cu cel de la *Ginkgo* și *Cycadaceae*, dintr-un strat exterior cărnos, de cele mai multe ori frapant colorat, numit sarcotesta (ca la *Magnoliaceae, Paeoniaceae, Punicaceae* ș.a.) și un strat interior lignificat, numit sclerotesta. Sarcotesta provine din epiderma exterioară și stratul intermediar al integumentului exterior, iar sclerotesta din epiderma interioră a integumentului exterior.

B. Tipul Liriodendron (fig. 251) este considerat mai evoluat, derivat din tipul Magnolia. Sunt prezente două straturi ale sclerenchimului: unul exterior, alcătuit din celule palisadă, alungite tangențial, cu pereții poroși, puternic îngroșați, care iau naștere din epiderma exterioară și stratul intermediar al integumentului exterior; un strat interior alcătuit din sclereide neuniform de groase. Aceste straturi pot fi strâns alipite sau între ele se află celule de parenchim parțial distruse.

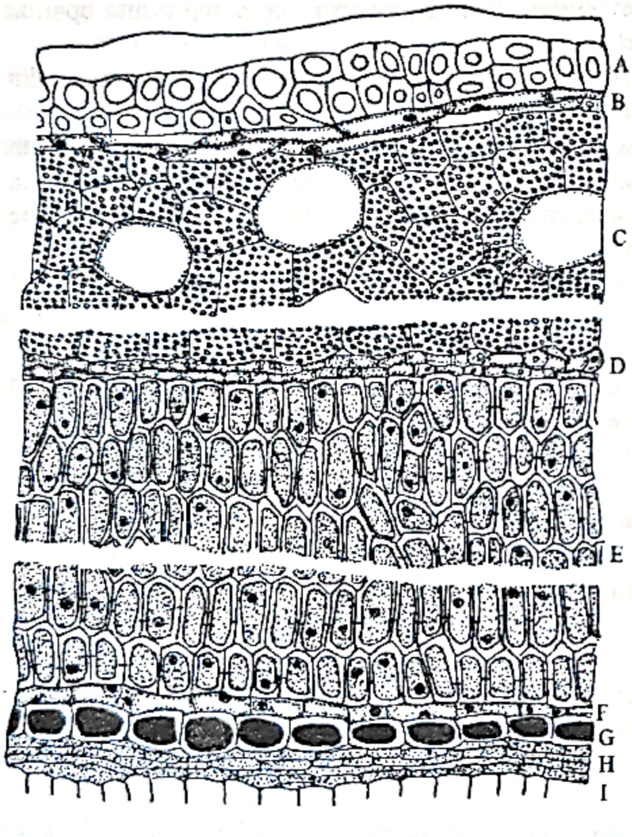


Fig. 250. Secțiune transversală prin tegumentul seminal de la *Magnolia grandiflora*: A – epidermă; B – strat dens de celule cu pereții subțiri; C - sarcotesta (strat de celule paranchimatice cu pereții subțiri și cu celule mari cu grăsimi); D – strat de celule cu pereții subțiri, care separă stratul cărnos (parenchimatic) de stratul sclerenchimatic de dedesubt; E – strat din celule sclerenchimatice; F – strat din celule cu pereții subțiri; G – strat din celule cu conținut brun-închis; H – epiderma internă; I – celule ale nucelei (după Takhtajan)

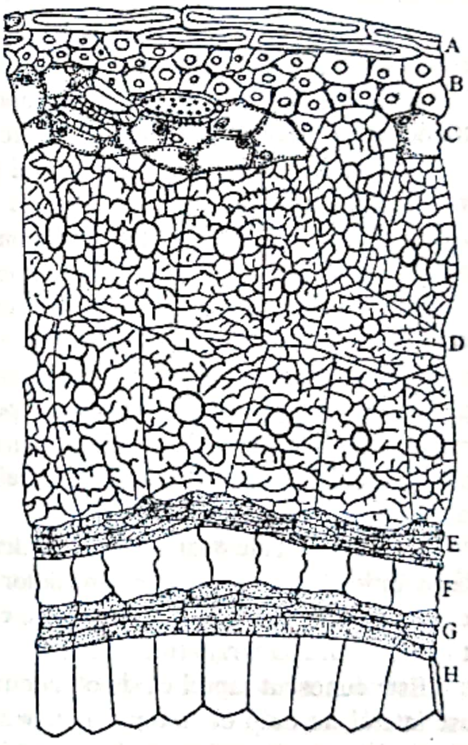


Fig. 251. Secțiune transversală prin tegumentul seminței de la *Liriodendron tulipifera*: A – strat exterior din celule în formă de fibre; B – strat din sclereide alungite longitudinal; C – strat din celule izodiametrice vii; D – strat din celule sclerenchimatice cu învelișuri secundare puternic îngroșate; E – strat din celule puțin distincte, cu pereții subțiri; F – strat din celule fiziologic goale, cu pereții transversali puțin ondulați; G – strat din celule cu conținut brun, cu pereții subțiri; H – epiderma interioară (după Takhtajan)

C. Tipul Schisandra și Illicium. Tegumentul de acest tip posedă numai un strat exterior de sclerenchim, alcătuit din sclereide, ± izodiametrice, și stratul interior de parenchim, alcătuit din celule parțial turtite și distruse.

De la tipul Magnolia, cu stratul exterior cărnos, suculent, puternic dezvoltat, ca o adaptare pentru endozoochorie, s-a trecut la forme derivate ca la *Liriodendron* și respectiv *Schizandra* și *Illicium*, la care răspândirea semințelor nu mai este endozoochoră. Această trecere a determinat dezvoltarea stratului de sclerenchim exterior şi reducerea parenchimului cărnos, care a devenit de prisos.

În multe linii de evoluţie ale angiospermelor şi în special la cele cu fructe uscate, care nu se mai deschid (nuca, achena, etc.), are loc o simplificare treptată a tegumentului seminal. În aceste cazuri, sămânţa stă în strâns contact cu pericarpul, sau concreşte cu acesta. Protecţia embrionului este îndeplinită de pericarp şi, corespunzător cu aceasta, are loc dezvoltarea regresivă a cojii seminţei. Această simplificare a tegumentului seminţei merge aşa de departe încât la sămânţa matură se află numai epiderma exterioară a integumentului exterior, subţire şi membranoasă. Această situaţie se întâlneşte la fructele scindabile ale umbeliferelor, achena compozitelor, cariopsele gramineelor, la fructele drupă de la *Prunoideae* etc.

În cursul evoluţiei zoochoriei, diferitele tipuri ale ţesutului suculent, hrănitor, de la exteriorul seminţei a jucat un mare rol. Acest ţesut suculent, desemnat ca sarcotesta, care este caracteristic şi pentru multe angiosperme primitive actuale, servea ca mijloc de ademenire pentru animale, care jucau, astfel, şi rol în răspândirea seminţelor. Primele animale care au avut rol în răspândirea seminţelor angiospermelor primordiale au fost reptilele care populau arborii. Deci forma de plecare a zoochoriei la angiosperme a reprezentat-o endosauchoria. Treptat, locul acesteia a fost luat de endoornitochoria, ca de exemplu la seminţele de la *Magnolia, Degeneria* şi *Drimys*, care sunt prevăzute cu o sarcotestă colorată în roşietic, bine dezvoltată, căutată ca hrană de către păsări.

Din sarcotestă au luat naştere, în decursul evoluţiei, diferite anexe ale tegumentului seminal. Cea mai importantă anexă cărnoasă, cu rol hrănitor, este arilul sau mantaua seminţei. Dacă sarcotesta înveleşte de jur împrejur sămânţa (ca la *Magnolia*), arilul înveleşte sămânţa numai parţial şi porneşte de la baza acesteia, ca, de exemplu, la *Euonymus sp., Koelreuteria paniculata* (fig. 252) ş.a. La *Nymphaeaceae*, un astfel de aril este format în jurul seminţelor sub forma unui sac plin cu aer şi serveşte la plutirea acestora.

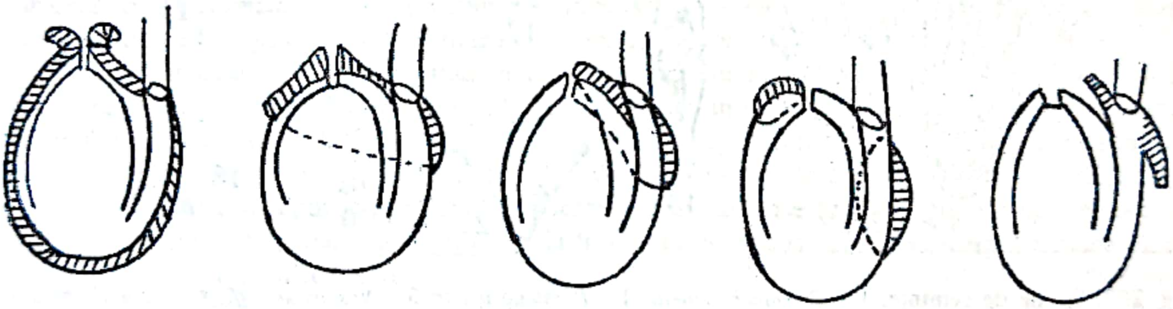


Fig. 252. Reprezentarea schematică a reducerii sarcotestei şi transformarea ei în aril (la *Koelreuteria paniculata*): părţile cărnoase sunt haşurate, conţinutul suprafeţei lor este arătat prin linie punctată; hilul este reprezentat sub formă de elipsă (după Takhtajan)

O reducere şi mai puternică a sarcotestei şi respectiv a arilului duce la formarea carunculei (aril micropilar), prin formarea unei excrescenţe a ţesutului integumentului în zona micropilului (la *Euphorbia, Buxus, Polygala*) sau a două strofiole, ca nişte excrescenţe formate în zona rafei sau a funiculului (la *Corydalis, Chelidonium* ş.a.). Ca elaiosomi, bogaţi în substanţe hrănitoare (grăsimi, albumine, glucide) sunt desemnate anexele cărnoase ale unor seminţe (*Viola sp.*), care se răspândesc prin intermediul furnicilor, procedeu denumit mirmecochorie.

Toate aceste anexe cărnoase ale tegumentului seminal au luat naştere ca urmare a dezvoltării regresive a sarcotestei, a micşorării suprafeţei acesteia şi localizarea în anumite părţi ale seminţei.

Plantele ale căror seminţe sunt înzestrate cu aril sunt considerate mai evoluate decât cele cu sarcotestă, iar cele mai evoluate angiosperme foarte rar prezintă aril.

Coaja tare a unor seminţe, adesea, formează mucilagii, ca de exemplu la crucifere, gutui, tomate, *Plantago*, *Juncus* etc. Deseori, dintr-o coajă tare se formează peri, ca la *Gossypium, Epilobium* etc. sau prelungiri de forma aripilor, ca de exemplu la *Zanonia* (*Cucurbitaceae*), care prezintă seminţe cu zbor planat.

Foarte puternic variază forma (fig. 253) şi mărimea seminţelor: cele de la palmierul *Lodoicea seychellarum* (Nucile de Seychell) împreună cu fructul pot ajunge la mai multe kilograme, seminţele de câteva zeci de grame de la castanul sălbatic până la minusculele seminţe sub forma unei pilituri de la *Orchidaceae, Pyrolaceae, Orobanchaceae* ş.a., a căror greutate nu depăşeşte puţine miimi de miligram.

Toate aceste dezvoltări progresive ale structurii seminţelor, referitoare la configuraţia suprafeţei lor, mărimea, aprovizionarea cu substanţe hrănitoare, au jucat un rol important în diferitele linii de evoluţie ale angiospermelor pentru răspândirea şi germinarea lor.

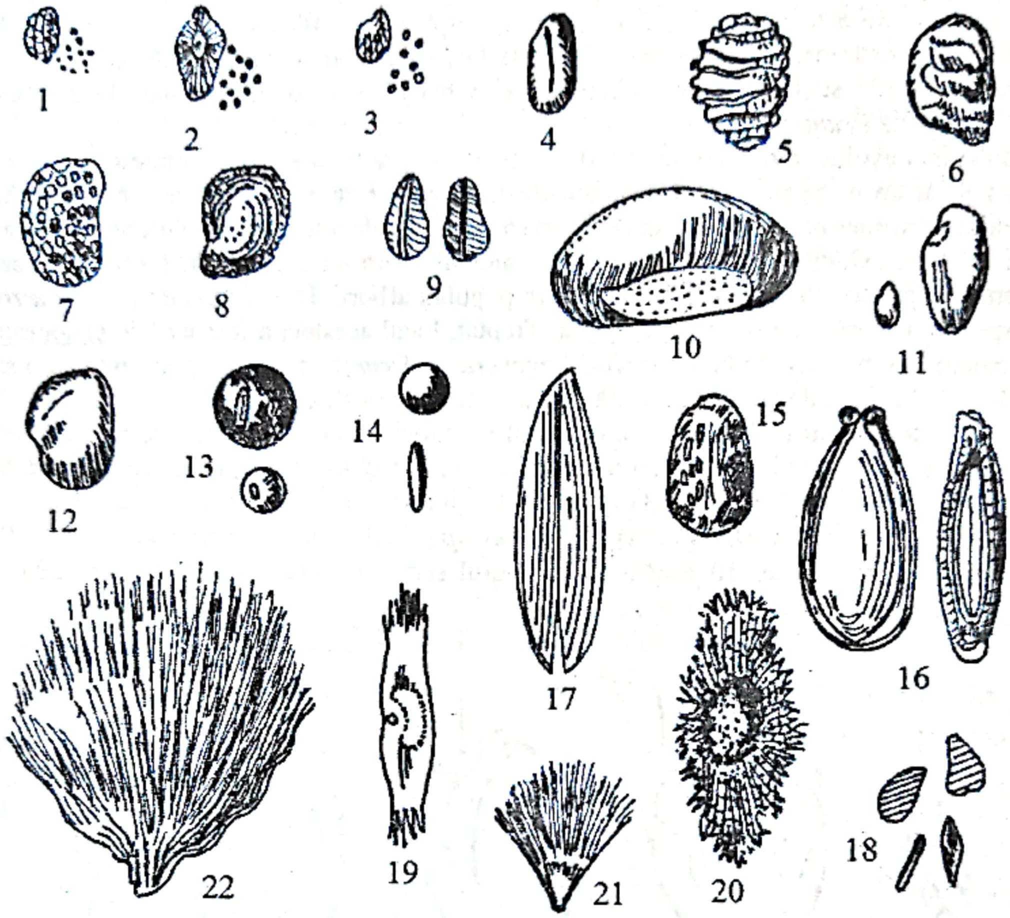


Fig. 253. Forme de seminţe: 1 – *Orobanche rutens*; 1 – *Plantago major*; 3 – *Nasturtium off.*; 4 – *Capsella bursa-pastoris*; 5 – *Consolida regalis*; 6 – *Hedera helix*; 7 – *Nicotiana rustica*; 8 – *Agrostemma githago*; 9 – *Vitis vinifera*; 10 – *Aesculus hippocastanum*; 11 – *Medicago sativa*; 12 – *Trifolium pratense*; 13 – *Vicia sativa*; 14 – *Ervum lens*; 15 – *Ricinus communis*; 16 – *Cucurbita pepo*; 17 – *Phoenix dactylifera*; 18 – *Tulipa gesberiana*; 19 – *Bignonia sp.*; 20 – *Cinchona calisava*; 21 – *Populus tremula*; 22 – *Gossypium barbadense* (din Grinţescu)

G. EVOLUŢIA FRUCTELOR

1. Consideraţii generale

Fructul este un organ extrem de caracteristic al angiospermelor, care serveşte dezvoltării, protecţiei şi răspândirii seminţelor. El rezultă din părţi ale florii, flori sau chiar inflorescenţe, care închid, de jur împrejur, seminţele până la maturare şi apoi servesc răspândirii lor, prin faptul că seminţele sunt răspândite împreună cu fructele, separate de planta care le-a format sau pot fi răspândite împreună cu planta respectivă (*Eryngium sp., Amaranthus sp.* etc.).

Construcţia fructului oglindeşte, în esenţă, caracterele acestor părţi florale din care el ia naştere. La unele fructe, în special cele suculente, în cursul dezvoltării şi maturării acestora, au loc profunde modificări morfologice şi histologice. Pe lângă caracterele gineceului, contururile carpelelor, vascularizaţia acestora, la fructele mature ies în evidenţă şi caractere ale fructului însuşi. Concomitent, caracterele florii, clare în stadiul timpuriu de dezvoltare al fructului, rămân ascunse sau dispar cu totul până la maturare (petalele, stilul şi stigmatul, staminele). Fructul matur se deosebeşte, astfel, de părţile florii din care provine, tot aşa cum se deosebeşte tegumentul seminţei de integumente.

Unitatea biologico-funcţională de răspândire la plante poartă numele de diaspora, iar mecanismele prin care se realizează – diasporie. La spermatofitele primordiale (gimnosperme) se află ovule, şi respectiv seminţe, nude, în timp ce, la angiosperme ovulele şi respectiv seminţele sunt închise în ovare şi respectiv fructe. Deşi destul de ingenioasă din punct de vedere biologic, această adăpostire a ovulelor în ovare, la angiospermele iniţiale, mai primitive, este desfiinţată la maturarea seminţelor, prin deschiderea carpelelor şi eliberarea seminţelor. Astfel, seminţele îşi menţin semnificaţia biologică iniţială, de răspândire activă a lor. La angiospermele derivate, cu caractere de superioritate, sarcina răspândirii seminţelor este preluată progresiv de carpelele individuale, sub formă de fructe monocarpelare, apoi grupele de carpele choricarpe (libere între ele) sub formă de fructe multiple (cu mai multe până la multe fructe parţiale = carpidii). În cele din urmă, răspândirea seminţelor o realizează fructele coenocarpe, rezultate din ginecee cu carpele concrescute. În toate aceste situaţii, seminţele devin pasive, iar fructul are funcţia principală de răspândire a seminţelor.

Cu aceasta, însă, evoluţia nu este închisă, deoarece, deşi iniţial, ovarele singure determină construcţia fructului, sunt completate ulterior cu participarea unor părţi florale sau extraflorale. Iau naştere, astfel, ansambluri de fructe sau chiar plante întregi, ca unităţi de răspândire.

Maturarea ovulelor în seminţe este legată, înainte de toate, cu creşterea în volum a ovarului şi transformarea sa în rezervor de seminţe.

Şirul unităţilor de răspândire a seminţelor şi fructelor cu seminţe, progresiv complex, este comparabil cu şirul biologico-funcţional al polenizării: sporofil – merantium – euantium – pseudantium.

Pentru a întregi cele spuse, se vor face câteva referiri asupra participărilor suplimentare la formarea fructelor: intercalarea şi îngroşarea receptaculului între fructele provenite din ginecee cu poziţie superioară la *Nuphar*, *Fragaria* etc.; încărnoşarea cupei florii la unele *Rosaceae* (*Rosa sp.*, *Malus sp.* ş.a.), *Ficus carica* etc.; participarea receptaculului, respectiv a periantului la formarea a numeroase fructe provenite din ginecee cu poziţie inferioară (ex. la *Apiaceae*, unele *Ericaceae*, *Arctostaphyllos* ş.a.); caliciul la *Physalis alkekengi*; papusul (smocul de perişori al fructelor) la unele *Asteraceae*, *Valerianaceae* ş.a.; perigonul devenit cărnos în ansamblul de fructe de la *Morus* sp.; perigonul păros de la *Eriophoprum sp.*; bractei anterioare şi apoi purtătoare ale fructelor de la *Carpinus sp.* sau *Humulus lupulus* ş.a.; perigon transformat într-un săculeţ numit utriculă la *Carex sp.*; calicii exterioare la *Dipsacaceae*; cupulele purtătoare ale fructelor de la *Fagaceae* ş.a.

Peretele ovarului se transformă în peretele fructului numit pericarp. El suferă mai multe modificări şi se diferenţiază într-un exocarp (la exterior) şi un endocarp (în interior), ambele, de cele mai multe ori, unistratificate. Între acestea se află mezocarpul pluristratificat. Când toate straturile fructului în starea matură sunt moarte se vorbeşte de fructe uscate. În afară de acestea există şi fructe suculente, la care exocarpul şi în special mezocarpul sunt cărnoase (ex. la fructul drupă endocarpul este lignificat şi poartă numele de sclerocarp; la fructul bacă (boabă) întreg pericarpul rămâne cărnos (sarcocarp) şi alcătuit din celule vii.

La unele fructe, endocarpul dezvoltă către interior, printre seminţe, un ţesut cărnos numit pulpa fructului (de ex. la citrice, la *Ceratonia* şi fructul banană).

Deschiderea fructelor este, de asemenea, foarte variată, Formele iniţiale, mai primitive, sunt cele dehiscente (fig. 254) la maturarea lor, datorită higroscopicităţii şi activizării turgescenţei celulelor pericarpului. Fructele derivate sunt cele indehiscente, la care sunt împiedicate să acţioneze mecanismele mai sus enunţate. Totuşi, şi fructele indehiscente la maturare pot să se dezintegreze în părţi.

Fructele dezintegrabile pot fi, la rândul lor, împărţite în: scindabile, când dezintegrarea are loc de-a lungul locurilor de concreştere ale marginilor carpelelor şi se formează fructe parţiale (= mericarpii) ca de exemplu disamara de la *Acer sp.*, fructele de la *Geranium sp.*; *Erodium sp.*; cele două mericarpii de la *Apiaceae*, care rămân fixate pe carpofor; fragmentabile, când se rup pereţii carpelelor, ca la păstaia fragmentată de la *Ornithopus sativus*, *Sophora japonica* (*Fabaceae*), provenită din gineceu monocarpelar sau fructul fragmentabil de la *Raphanus raphanistrum* (*Brassicaceae*), fructele de la *Lamiaceae* şi *Boraginaceae* ş.a.

Fructele uscate, care rămân ca atare, sunt desemnate ca nucă, în timp ce fructele suculente sunt adesea bacă sau drupă.

La fructele dehiscente se pot recunoaşte diferite forme ale plesnirii complete sau parţiale a pericarpului. Forma iniţială este dehiscenţa de-a lungul locului de concreştere a marginilor carpelelor (septicidă). Ca formă derivată este formarea de ţesuturi de separaţie pe partea dorsală a carpelelor, de-a lungul nervurii mediane şi formarea de compartimente ale fructului (loculicidă) (fig. 255). O formă particulară este dehiscenţa poricidă (prin pori) sau cea septifragă (prin ruperea pereţilor de o parte şi alta a septurilor transversale la gineceele cenocarpe). Când se formează rupturi transversale peste toate carpelele se formează capsula cu căpăcel sau fructele fragmentabile.

Progresia de la fructele dehiscente la cele indehiscente este corelată cu reducerea numărului de semințe dintr-un fruct. În timp ce fructele bacă conțin frecvent multe semințe și fructele drupă uneori câteva semințe sau una singură, în fructele parțiale și cele fragmentabile se dezvoltă numai o sămânță.

Construcția fructelor (de multe ori și a semințelor) este strâns legată de răspândirea lor și adesea nu poate fi explicată fără luarea în considerare a legăturilor ecologico-funcționale. La fel ca și polenizarea, răspândirea fructelor (și a semințelor) se poate realiza prin animale (zoochorie), prin vânt (anemochorie), prin apă (hidrochorie), prin intermediul omului (antropochorie). În afară de aceste modalități există și o răspândire activă (autochorie).

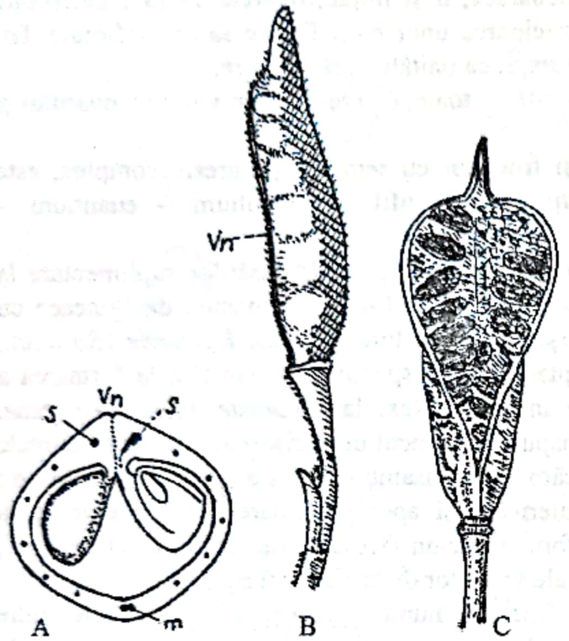


Fig. 254. Fruct dehiscent simplu de la *Consolida ajacis*: A – secțiune transversală în partea de jos a fructului: la fiecare parte a suturii (Vn) este de recunoscut câte un fascicul lateral (s); la partea dorsală este reprezentat un fascicul median (m); B – fruct nematur (Vn – sutură); C – fruct matur deschis de sus în jos (după Troll)

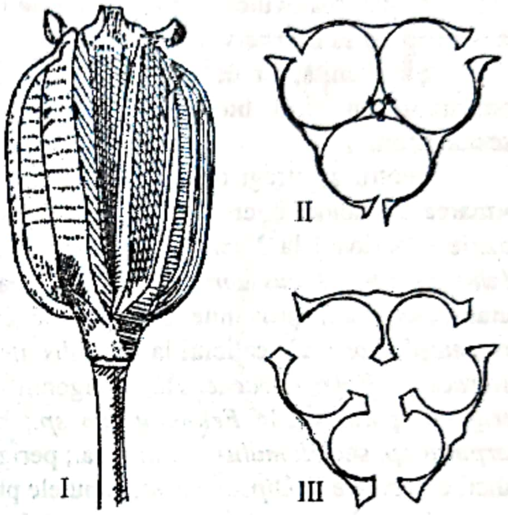


Fig. 255. Capsulă loculicidă de la *Tulipa gesneriana*: I – fruct matur, la care se observă dehiscența; II – secțiune transversală prin porțiunea bazală a unui fruct golit; III – secțiune transversală în porțiunea de capăt a acestuia, în care se evidențiază dehiscența loculicidă (la nivelul nervurii mediane a fiecărei carpele) (după Troll)

2. Clasificarea fructelor

Au existat numeroase încercări de clasificare a fructelor, însă, o grupare naturală a acestora, care să corespundă tuturor cerințelor, nu este posibilă. Una dintre cauze ar fi că acest organ al angiospermelor a apărut relativ recent și prezintă o mare plasticitate. De asemenea, multe dintre principiile de clasificare se suprapun.

Încercări de a stabili un sistem natural al fructelor au fost întreprinse încă din secolele XIX și XX. Dintre acestea se amintesc cele elaborate de Gobi, 1921; Gușuleac, 1939; Winkler, 1939, 1940; Takhtajan, 1948 ș.a. Deși nu există o clasificare a fructelor complet elaborată, totuși, se poate spune că tipurile de bază ale fructelor și liniile principale de dezvoltare și de evoluție ale acestora sunt, deja, fixate.

O clasificare morfogenetică a fructelor, ținând seama de tipul de gineceu din care provin, au efectuat, aproximativ în același timp, independent unul de altul M. Gușuleac, 1939 (Cernăuți) și H. Winkler, 1939, 1940 (Germania), sistem ce poate fi denumit sistem morfo-genetic de clasificare a fructelor Gușuleac-Winkler (I. Tarnavschi, 1976).

Problema clasificării fructelor a preocupat și pe unii botaniști români contemporani. Astfel, sisteme proprii de clasificare morfogenetică a fructelor au elaborat M. Andrei 1978, 1985; V. Ciocârlan, 2004 ș.a.

Evoluția filogenetică a fructelor începe, corespunzător cu construcția choricarpă (apocarpă) inițială a gineceului și continuă cu cea coenocarpă. Conform cu aceasta, toate clasificările morfogenetice ale fructelor le vor împărți în fructe choricarpe (apocarpe) și coenocarpe (după Takhtajan 1959; F. Ehrendorfer in Strasbuger, 1999 ș.a.), la care se adaugă ansamblurile de fructe.

I. FRUCTE CHORICARPE (APOCARPE)

Provin dintr-un gineceu choricarp (apocarp) la care carpelele, în majoritatea cazurilor, rămân libere, neconcrescute și în stadiul de maturare. Din aceste carpele se formează mai multe fructe, dar neunite într-o unitate biologico-funcțională de răspândire sau numărul acestora se reduce la unul în fiecare floare. Fructul separat poartă numele de carpidiu (carpidii).

Carpidiile pot fi dispuse în spirală pe axa florii alungită (*Magnolia, Caltha, Trollius, Paeonia* ș.a.) sau ciclic, în verticile, pe axa scurtată.

A. Fructe policarpelare (multiple) sunt cele la care, mai multe sau mai puțin numeroasele carpele libere (fiecare dă naștere unui carpidiu), sunt libere între ele pe receptacul sau, ca urmare a intercalării receptaculului, concresc postgenital într-o unitate de răspândire. Sunt de mai multe tipuri.

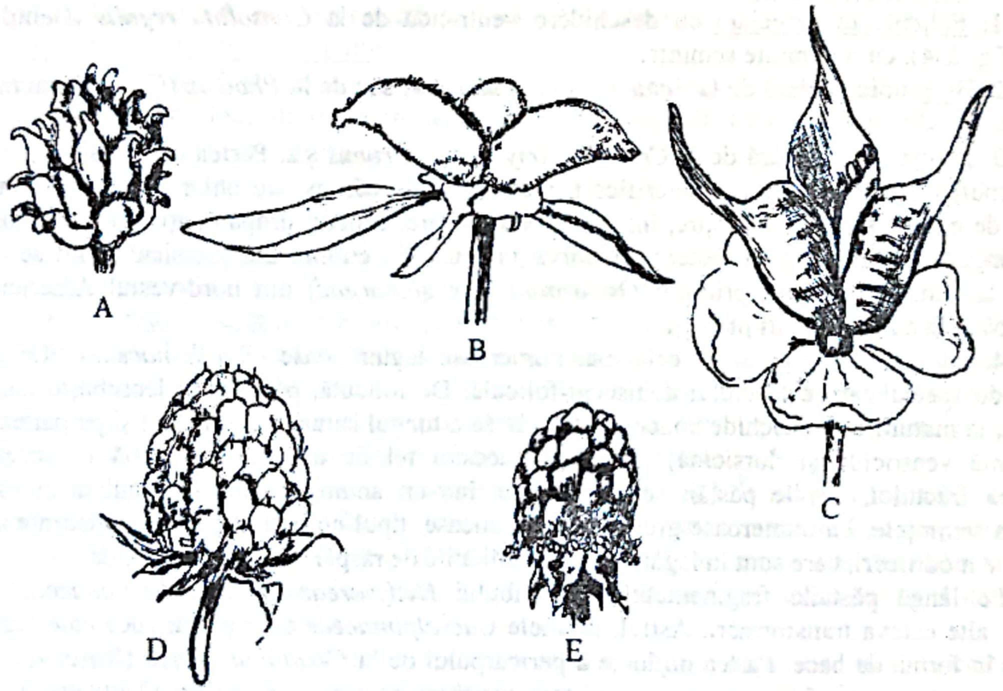


Fig. 256. Fructe policarpelare (multiple): A – polinucula de la *Ranunculus sp.*; B – polifolicula de la *Paeonia sp.*; C – polifolicula de la *Helleborus sp.*: D – polidrupa de la *Rubus idaeus*; E – polidrupa de la *Rubus caesius* (după M. Păun et al.)

1. Polifoliculele de la unele *Ranunculaceae: Caltha, Trollius, Helleborus* (fig. 256-C), *Paeonia* (fig. 256-B). Ele conțin numeroase semințe și mai rar una sau două (ca urmare a unei dezvoltări regresive) și se deschid de la vârf spre bază, de-a lungul liniei de sutură a marginilor carpelei, pe partea ventrală, mai rar pe partea dorsală (*Magnolia*). Din aceste fructe policarpide dehiscente, dispuse spiralat, au derivat fructele policarpide ciclice de la *Spiraea, Crassula, Illicium* ș.a.

2. Polinucule (fructele nucule multiple) sunt cele de la *Adonis, Ranunculus* (fig. 256-A) unde carpidiile cu o singură sământă, indehiscente, stau pe un receptacul uscat; la *Fragaria*, unde carpidiile stau împlântate într-un receptacul cărnos, sau la *Rosa*, unde ele sunt cufundate într-un urcior cărnos provenit din receptacul etc. Deseori, ele poartă organe suplimentare, cu rol în răspândire, cum ar fi stiluri elastice (*Clematis, Pulsatilla* ș.a.) sau stiluri înconvoiate în formă de cârlig (speciile de *Geum* ș.a.).

3. Polidrupe (fructe drupe multiple) sunt cele de la *Rubus caesius* (Murul), *R. idaeus* (Zmeur) ș.a. (fig. 259. D-E), la care receptaculul poate sau nu să participe.

4. Fructe cărnoase multiple de la *Mespilus* (Moşmon), *Malus, Pyrus*, care rezultă din carpele libere, cufundate complet într-o cupă cărnoasă provenită din receptacul. Ca şi receptaculul şi straturile exterioare ale carpelelor devin la maturare cărnoase. Straturile mai interne ale carpelelor capătă o consistenţă cartilaginos-pieloasă (la *Malus, Pyrus, Sorbus* ş.a.), alteori se lignifică şi formează „seminţe" tari ca piatra (la *Mespilus*). fiind alcătuite din sclereide fibroase, aşezate paralel cu suprafaţa carpelei. S-a format, astfel, fructul baciform (la *Malus, Pyrus, Sorbus*, ş.a.) numit poamă, ca o adaptare la endozoochorie.

Fructul poamă (pomum) se poate deriva dintr-o polifoliculă sincarpă, care a fost înconjurată, în creştere, de receptaculul floral, cu care a concrescut.

În alte cazuri, ca la *Crataegus* sau *Cotoneaster*, fiecare carpelă formează un sâmbure pietros de tipul piren, alcătuit din sclerenchim (*Pomum pyrenatum*).

5. Fruct cărnos dehiscent policarpid de la genurile exotice *Schisandra, Decaisnea, Annona, Hydrastis, Sargentodoxa* ş.a. Fiecare carpid se deschide de-a lungul suturii ventrale şi astfel se evidenţiază originea dintr-un fruct dehiscent tipic.

6. Fructe cărnoase dehiscente monocarpide sunt cele de la *Degeneria* ş.a.

Apariţia fructelor dehiscente suculente trebuie interpretată ca o adaptare la endozoochorie.

B. Fructe unicarpelare

1. Folicula unicarpelară cu deschidere ventricidă de la *Consolida regalis* (Nemţişorul de câmp) (fig. 254), cu mai multe seminţe.

2. Baca unicarpelară de la *Actaea* (*Ranunculaceae*) sau de la *Phoenix* (Curmal), cu mai multe seminţe.

3. Drupa unicarpelară de la *Cerasus, Amygdalus, Prunus* ş.a. Partea interioară a pericarpului (endocarpul) este tare ca piatra (sclerificat), mezocarpul ± cărnos sau chiar suculent, înconjurat la exterior de exocarpul relativ subţire, însă membranos, tare. Fructul drupă conţine, de cele mai multe ori, o singură sământă şi, cu excepţia câtorva varietăţi de cultură ale piersicului, nu se deschide spontan la suturi. La genul primitiv *Osmaronia* (*Amygdalaceae*) din nord-vestul Americii, drupa conţine până la cinci sâmburi pietroşi.

4. Păstaia (leguma) de la cele mai numeroase leguminoase (*Papilionaceae*). Reprezintă o direcţie de specializare a fructului dehiscent-foliculă. De foliculă, păstaia se deosebeşte numai prin aceea că, la maturare se deschide concomitent atât de-a lungul suturii ventrale cât şi pe partea dorsală (dehiscenţă ventricidă şi dorsicidă). Avantajul acestui fel de deschidere constă în aceea că, la maturarea fructului, aripile păstăii se înconvoaie, într-un anumit moment, simultan şi astfel pot împrăştia seminţele. La numeroase grupe de leguminoase, tipul normal al păstăii dehiscente are parte de diferite modificări, care sunt în legătură cu modalităţile de răspândire ale seminţelor.

Pe lângă păstăile fragmentabile ale tribului *Hedysareae* (dintre *Papilionaceae*) se mai amintesc alte câteva transformări. Astfel, la unele *Caesalpiniaceae* apar păstăi suculente (care nu se deschid) în formă de bace. Partea mijlocie a pericarpului de la *Ceratonia siliqua* (Roşcovul) este, de asemenea, ± cărnoasă şi între seminţe iau naştere pereţi transversali despărţitori. O situaţie analogă are loc la fructul de la *Sophora japonica* (Salcâmul japonez). Construcţia cărnoasă a pericarpului reprezintă o adaptare la endozoochorie. La unii reprezentanţi ai tribului *Schwartieae* şi la întregul trib *Detarieae* fructele iau aspect de drupă indehiscentă. Unele fructe au aspect de nuculă cu o sământă, care nu se deschide (*Medicago lupulina, Onobrychis viciifolia* ş.a.). La genul exotic *Dalbergia* se află nucule aripate, ca o adaptare la anemochorie. Anemochore sunt şi fructele umflate ca o băşică ale genului *Colutea*.

Fructele monocarpelare fragmentabile sunt cele din genurile *Ornithopus* (Seradela), *Onobrychis* (Sparceta), *Coronilla* (Coronişte), *Hedysarum* (Dulcişor) ş.a. (tribul *Hedysareae*). Păstăile acestora se fragmentează în „cuiburi" prin pereţi transversali, după fiecare sământă.

II. FRUCTELE COENOCARPE

În timp ce din fructele policarpide dehiscente, dispuse spiralat, au rezultat numai câteva căi laterale ale dezvoltării, fără a apărea tipuri noi de fructe, din fructele policarpide ciclice, ca rezultat al concreşterii carpelelor, a luat naştere vasta grupă a fructelor coenocarpe. Acestea, conform cu tipul de gineceu coenocarp din care provin, se subdivid în: sincarpe, paracarpe, şi lisicarpe.

A. Fructele sincarpe (sincarpii)

Acestea provin din ginecee sincarpe. O formă intermediară, între fructul sincarp tipic și fructul policarpid ciclic dehiscent, o reprezintă fructele hemisincarpe dehiscente (polifolicule sincarpe parțial dehiscente) de la *Nigella*, câteva specii de *Spiraea, Trochodendron* etc. Aceste fructe provin din formele cele mai simple ale gineceului sincarp și se deschid în porțiunile suturale ale părților superioare libere ale carpelelor. Se clasifică în dehiscente și indehiscente, fiecare cu mai multe subdiviziuni.

I. Fructele dehiscente

Fiind considerate grupe inițiale, vom tratata mai întâi fructele dehiscente (care eliberează semințele).

1. Capsula sincarpă reprezintă fructul cel mai variat și răspândit printre angiosperme. Carpelele sunt complet concrescute între ele și mecanismele de deschidere ale fructului sunt specializate. Cel mai adesea, capsula sincarpă are trei până la cinci compartimente, mai rar două sau mai multe.

Capsulele mature se deschid în moduri diferite, datorită deshidratării neuniforme a celulelor și ruperea pereților la locurile de minimă rezistență. Sub acest aspect capsulele se subdivid în: valvicide, poricide, operculate, denticulate, catapulte.

a. Capsula valvicidă se caracterizează prin faptul că, la deschiderea acesteia, se formează valve longitudinale. După locurile unde are loc deschiderea, capsula valvicidă prezintă următoarele variante: septicidă, loculicidă și septifragă.

- Dehiscența septicidă are loc de-a lungul pereților despărțitori dintre carpele, ca la *Colchicum autumnale, Ricinus communis* ș.a.
- Dehiscența loculicidă se realizează în lungul nervurilor mediane ale fiecărei carpele, ca la *Tulipa gesneriana* (fig. 258), *Allium sp., Gossypium sp.* etc.
- Dehiscența septifragă are loc prin ruperea pereților de concreștere ale marginelor carpelelor. Valvele se separă de țesutul placentar central, pe care sunt prinse semințele. Se întâlnește la unele solanacee ca *Datura stramonium* (Ciumăfaia), la *Rhododendron sp.* ș.a.

b. Capsula poricidă, la care eliberarea semințelor se face prin pori. La plante ca *Linaria, Antirrhinum* porii se formează în pereții fructului sau terminal (la *Campanula*).

c. Capsula operculată (cu căpăcel) mai poartă numele de pixidă. În peretele fructului ia naștere o ruptură în formă de inel care se desfășoară transversal și astfel partea superioară se desprinde ca un căpăcel. Se întâlnește la *Hyoscyamus niger* (Măselariță), *Plantago* (Pătlagină), *Amaranthus* ș.a.

d. Capsula denticulată se deschide prin niște dințișori, care se formează la partea ei superioară. Se află la unele *Silenoideae* din familia *Caryophyllaceae* ș.a.

e. Capsula catapultă de la *Geranium sp.* Aceasta este lungă și îngustă și prezintă cinci clape. Carpelele concrescute se separă de-a lungul pereților despărțitori, de jos în sus în jurul unei coloane centrale. Fructulețele cu o singură sămânță sunt catapultate pe sol. Poate fi considerată și fruct scindabil.

Capsula cărnoasă este un fruct suculent frecvent, mai ales la specii tropicale. Se află și la indigenele *Euonymus europaea* (Salba moale) sau la *Impatiens* (Slăbănog), la care capsula se deschide cu explozie.

Un fruct specific este cel de la *Punica granatum* (Rodiu). Peretele fructului cărnos, de un roșu aprins, la maturarea deplină se usucă și se deschide, prin crăpături longitudinale neregulate, eliberând semințele cu coaja cărnoasă. Acest fruct derivă din capsula cărnoasă sincarpă cu poziție inferioară.

II. Fructele indehiscente

Fructele indehiscente sunt considerate ca derivate și ele s-au format, adesea, paralel cu cele dehiscente. Pot fi: cărnoase și uscate.

a. Fructele cărnoase indehiscente

1. Drupa sincarpă ia naștere din gineceu policarpelar. Se formează un endocarp sclerenchimatic (sâmbure), care este spart la germinarea semintei. Sub acest aspect, drupa sincarpă este foarte asemănătoare cu drupa monocarpă (de la *Prunus, Persica* ș.a.) datorită unor fenomene de

convergenţă. Fructele drupă sincarpe, cu mai mulţi sâmburi pietroşi, sunt iniţiale (plesiomorfe) în raport cu cele cu un singur sâmbure[*], considerat caracter derivat (apomorf).

Drupe sincarpe cu mai mulţi sâmburi se află la *Aquifoliaceae* (cu patru până la opt sâmburi), *Rhamnaceae* (cu doi până la patru sâmburi).

Drupe sincarpe cu un sâmbure se află la *Juglans* (Nucul), *Sambucus nigra* (Socul), *Olea* (Măslinul) ş.a. O poziţie specială ocupă nuca de la *Cocos nucifera* (Cocotierul), la care mezocarpul este fibros şi conţine aer (ţesut de plutire). Planta creşte pe coastele mărilor tropicale. Aceste fructe provin din ginecee cu poziţie superioară sau inferioară.

2. Baca sincarpă cu pericarpul în totalitate cărnos sau suculent şi care posedă în starea matură mai multe seminţe. Acest tip de fruct caracterizează unele *Solanaceae* (*Atropa, Solanum* etc.), viţa-de-vie (*Vitis vinifera*), afinul (*Vaccinum*), coacăzul, agrişul (*Ribes*), mărgăritarul (*Convallaria majalis*) ş.a. Acest tip de fruct provine din ginecee cu poziţie superioară sau inferioară şi ambele au reprezentat direcţii paralele de dezvoltare.

3. Hesperida (fig. 257) este fructul de la subfam. *Aurantioideae* din fam. *Rutaceae* (lămâiul, portocalul ş.a.). Spre deosebire de bacele sincarpe veritabile, pericarpul de la hesperidă are o alcătuire particulară. Epicarpul sau flavedo este compact, colenchimatic şi cu cavităţi pline cu ulei eteric şi cromoplaste. Mezocarpul sau albedo este alcătuit din celule incolore, laxe, un spaţii pline cu aer, care-i dau aspect spongios. Endocarpul este alcătuit din celule suculente, alungite (= tuburi), care alcătuiesc un strat compact (partea comestibilă a fructului). Acestea se dezvoltă din epiderma internă a carpelelor, sunt pline cu suc hrănitor şi umplu lojile ovariene la coacerea deplină a fructelor.

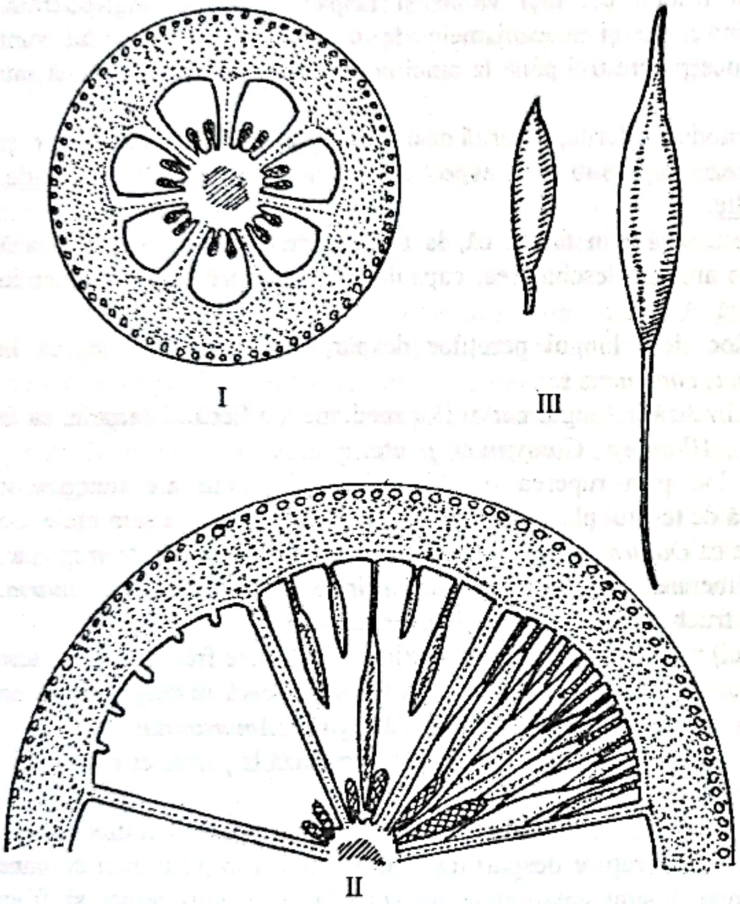


Fig. 257. Hesperida de la *Citrus sinensis*: I – secţiune transversală prin ovar (schematizat); II – sector al secţiunii transversale în care se observă dezvoltarea tuburilor cu suc; III – două tuburi cu suc (după Troll)

b. Fructe uscate indehiscente

1. Nuca este fructul sincarp indehiscent cel mai răspândit şi se prezintă sub mai multe variante. Nuca aripată sau samara, care provine dintr-un gineceu pseudomonomer, la care marginile pericarpului formează o bordură subţire de felul unei aripi (ex. la *Ulmus, Pteroceltis, Fraxinus, Betula* ş.a.).

Nuca sub formă de ghindă (glans) de la *Quercus* prezintă un pericarp membranos, la baza lui cu o cupulă (cupă a fructului), care este alcătuită dintr-un număr mare de bractei în formă de solzi, concrescuţi. Tot fruct nucă este şi la *Fagus* şi *Castanea*. Nucile de la *Carpinus, Humulus* sunt însoţite de frunze purtătoare. Nucile *Dipsacaceae*- lor sunt însoţite de caliciul exterior.

Tot fruct nucă are şi *Corylus* (Alunul), însă cu pericarpul puternic sclerificat. Fructul este însoţit de o cupă, ce constă din bractei în formă de frunze, puţin numeroase.

---

[*] Sâmburii pietroşi de la drupele sincarpe sunt denumiţi piren, iar cei de la drupele apocarpe putamen (Takhtajan, 1959).

c. Fructe dezintegrabile

Se clasifică în scindabile şi fragmentabile.

1. Fructe scindabile sunt cele care se desfac septicid la maturare în fructuleţe (mericarpii). La *Malva* se formează un multiplu de mericarpii în raport cu numărul carpelelor. La *Acer sp.* se formează numai două mericarpii (disamară). La *Apiaceae*, cele două mericarpii rămân legate pe un suport central al fructelor, numit carpofor.

2. Fructe fragmentabile sunt cele care prin pereţi transversali separă fructuleţe cu o sămânţă. Astfel, la *Boraginaceae* şi *Lamiaceae* ovarul şi apoi fructul sunt separate în patru fructuleţe prin doi pereţi despărţitori, unul autentic şi în final unul fals. Tot fruct fragmentabil este cel de la cele mai numeroase *Euphorbiaceae*. Capsula cu trei compartimente se separă de-a lungul unei crăpături mediane şi astfel toate trei compartimentele se separă unul de altul şi de coloana centrală. Fiecare compartiment separat conţine câte o sămânţă.

B. Fructele paracarpe (paracarpii)

a. Fructe uscate dehiscente

1. Capsula paracarpă prezintă un singur compartiment, sau în cazul când derivă dintr-un gineceu pseudosincarp (ca la *Campanulaceae*), ea posedă pereţi despărţitori falşi. Seminţele sunt dispuse parietal sau pe palcentele formate către interior.

Capsulele paracarpe se deschid de-a lungul nervurilor mediane ale carpelelor. Fructul de la *Viola* se deschide în trei valve, iar cel de la *Salix* în două valve. Tot capsule paracarpe se întâlnesc şi la *Orobanchaceae, Gesneriaceae* ş.a.

Capsula paracarpă de la *Papaver* se deschide prin pori care se formează terminal, sub stigmatul remanescent. La *Dicentra spectabilis* capsula paracarpă se deschide prin două valve longitudinale.

2. Silicva şi silicula sunt fructele celor mai multe *Brassicaceae*. Acestea provin dintr-un gineceu bicarpelar cu carpelele concrescute prin marginile lor, iar seminţele se află la mijloc, dispuse pe două rânduri. La maturare, fructul apare cu două compartimente, deoarece între marginile carpelelor se formează un perete despărţitor fals. Deschiderea fructelor se face de jos în sus, de o parte şi de alta a replumului, între marginile căruia se întinde cea mai mare parte a peretelui despărţitor fals, subţire, membranos. La silicvă dimensiunile (lungimea şi lăţimea) sunt evident inegale, iar la siliculă dimensiunile sunt aproximativ egale. Uneori, silicva se împarte în mai multe compartimente, de obicei, cu o sămânţă (la *Raphanus*). Alteori, silicvele au aspect de nucă cu un compartiment, cu o sămânţă, ca la *Bunias*. La *Aethionema heterocarpum* pe una şi aceeaşi plantă, în partea superioară a inflorescenţei se află silicve normale, iar în partea inferioară fructe indehiscente în formă de nucă cu o sămânţă.

b. Fructe uscate indehiscente

1. Cariopsa de la graminee. Provine dintr-un gineceu pseudomonomer. Este fruct indehiscent cu o sămânţă, la care pericarpul subţire este atât de strâns alipit de tegumentul seminal încât pare să fie concrescut cu acesta.

2. Achena (cipsela) provine din gineceu bicarpelar paracarp, însă conţine numai o sămânţă. Pericarpul nu este aşa de alipit de tegumentul seminal ca la cariopsă. Se întâlneşte la *Asteraceae* ş.a. Achenele de la *Asteraceae* sunt însoţite de sepalele transformate în papus (smoc de perişori) cu rol în diseminare. Achenele provin din gineceu cu poziţie inferioară.

c. Fructe cărnoase

Bace paracarpe sunt cele de la *Capparis, Passiflora* ş.a.

Peponida este fructul paracarp cărnos provenit din gineceu cu poziţie inferioară de la majoritatea Cucurbitaceae- lor. Endocarpul este suculent, mezocarpul cărnos, iar exocarpul ± tare, ca o platoşă. Prezintă numeroase seminţe.

Sunt cunoscute şi drupe paracarpe la speciile exotice.

C. Fructe lisicarpe (lisicarpii)

Capsule lisicarpe tipice se află la fam. *Primulaceae* și acestea se deschid prin dințișori, care se formează în partea superioară a fructului. Forme de tranziție între capsulele sincarpe și cele lisicarpe se află la subfam. *Silenoideae* din familia *Caryophyllaceae*.

Capsula lisicarpă operculată se află la *Anagallis arvensis* (Scânteiță) din fam. *Primulaceae*.

Nuca lisicarpă la *Plumbaginaceae* ș.a.

Tipul morfogenetic al unui fruct este determinat de tipul gineceului dar și de modalitățile prin care răspândesc semințele. Astfel, au apărut tipurile ecologice de fructe, independent unele de altele și convergent, în linii de dezvoltare, total diferite de ale angiospermelor.

După I. Tarnavschi (1976) în cadrul celor două mari categorii morfogenetice de fructe (apocarpe și coenocarpe) se repetă cele patru forme ecologice de fructe (capsula, nuca, baca, drupa) cu unele variante ale acestora și forme intermediare.

Capsula încadrează: folicula, polifolicula, păstaia (leguma), silicva și silicula.

Nuca cuprinde: achena, nuca, nucula, samara, cariopsa, diachena (dicariopsa), tetraachena, poliachena.

Baca încadrează toate tipurile de bacă, fructele baciforme (la *Malus sp.*, *Pyrus* sp. ș.a.), melonida (peponida).

Drupa cuprinde drupele de la numeroase familii botanice, polidrupele (de la Rubus sp. ș.a.).

D. Ansambluri de fructe

Reprezintă verigi de capăt, foarte puternic derivate, ale diferitelor linii de evoluție ale fructelor angiospermelor. Sunt unități de răspândire, ale fructelor și semințelor, de la diferite grupe de angiosperme, care n-au derivat dintr-un anume tip de gineceu ci din inflorescențe întregi, împreună cu receptaculul sau perigonul florilor. Ele sunt considerate fructe compuse.

În această grupă se încadrează: sicona de la smochin (*Ficus carica*) sau soroza de la dud (*Morus sp.*), care provin din inflorescențe elementare ale plantelor respective, cu părți devenite cărnoase, receptaculul respectiv perigonul; fructul de la *Ananas sativus*, la care împreună cu fructul devin progresiv cărnoase elementele periantului și receptaculului; ansamblul de fructe nucă împreună cu bracteea însoțitoare de la *Tilia*, ca unități de răspândire; antodiile cu bracteile înconvoiate la vârf, precum cârligul și care funcționează ca unități de răspândire; glomerulul de la sfeclă, provenit dintr-un dichaziu triflor; la *Salsola kali* (Ciulin), *Eryngium campestre* (Scaiul dracului) sau la specii de *Amaranthus* (Știr), întreg sistemul suprateran se desprinde de la bază și este rostogolit de vânt împrăștiind, astfel, fructele sale cu semințe.

3. Răspândirea fructelor și semințelor

În raport cu evoluția și specializarea polenizării, răspândirea fructelor și semințelor a progresat mai puțin. Foarte multe diaspore (unități de răspândire) sunt polichore, adică pot fi transportate în moduri variate.

Unele specii sunt heterosperme și respectiv heterocarpe, în sensul că pe același individ se formează forme diferite de semințe respectiv fructe, ca moduri de răspândire diferite, asigurâdu-se astfel o mai mare plasticitate biologică de împrăștiere. Este cazul numeroaselor asteracee, la care în același antodiu se formează achene cu sau fără papus.

La unii reprezentanți ai locurilor stabile ecologic, fructele sau semințele prezintă amenajări structurale care le împiedică răspândirea. De exemplu, la speciile de deșert sau de la tropice fructele sau semințele au sisteme de ancorare sau îngropare în locul stabil, care dacă ar fi transportate n-ar mai găsi terenul propice pentru germinare.

Modalitățile de răspândire pot fi grupate în două categorii: alochoria și autochoria.

I. ALOCHORIA - înseamnează răspândirea fructelor și semințelor prin mijloace străine de planta respectivă. Este de mai multe feluri.

1. Zoochoria (răspândirea prin intermediul animalelor) îmbracă două modalități: endozoochoria, adică diasporele sunt mâncate de animale, trec aproape nevătămate prin tubul digestiv

şi sunt eliminate o dată cu excrementele; epizoochoria, când fructele şi seminţele se fixează de corpul animalelor şi astfel se răspândesc.

1.1. Endozoochoria

Pentru endozoochorie este necesar ca disporele să dispună de mijloace de ademenire (substanţe nutritive cu glucide, lipide, protide sau uleiuri, vitamine, acizi organici, substanţe minerale utile) sau şi mijloace de excitare (culori vii, substanţe mirositoare etc.). Fructele şi seminţele trebuie să fie înzestrate cu amenajări de protecţie contra sucurilor digestive (sclerotesta, sclerocarp etc.).

Astfel, seminţele cât şi fructele suculente, care corespund acestor cerinţe, sunt mâncate rapid de animale, în timp ce cele uscate se pretează pentru formarea de provizii.

Pe baza unor dovezi fosile s-a stabilit că prmele animale care au avut rol în răspândirea fructelor şi seminţelor au fost peştii (ichtiochorie) şi reptilele tericole şi arboricole (saurochorie). Au urmat păsările (ornitochorie) şi apoi unele mamifere ca rozătoare, lilieci, primate.

În mod analog cu polenizarea, şi în privinţa endozoochoriei, s-a ajuns, în decursul evoluţiei, la o foarte strânsă legătură între plantă şi animal, o ajustare selectivă reciprocă, o adevărată coevoluţie a partenerilor.

În timp ce ichtiochoria şi saurochoria în prezent sunt mai puţin importante, ornithochoria joacă un rol deosebit şi în zilele noastre. Pentru aceasta diasporele trebuie să aibe culori de contrast (roşu, galben, negru strălucitor), să fie lipsite de mirosuri, nici prea mari şi nici prea mici, cu coaja moale şi care să se menţină timp îndelungat pe planta care le-a produs (să nu cadă toamna). În această categorie se încadrează unele seminţe suculente (de la *Magnolia, Paeonia* ş.a.), fructe cărnoase multiple (de la *Rubus, Rosa, Fragaria*) bace (la *Ribes, Vitis, Vaccinium, Polygonatum, Berberis* ş.a.), drupe coenocarpe (la *Ligustrum, Olea, Sambucus* ş.a.) şi ansambluri de fructe (*Morus, Ananas* ş.a.).

Mamiferele au rol important în endozoochorie, mai ales pentru plantele tropicale dar şi pentru numeroase specii din regiuni temperate, printre care şi buruieni din fam. *Gramineae, Chenopodiaceae, Amaranthaceae* etc. Diasporele acestor plante, de cele mai multe ori, nu sunt aşa de frapant colorate, în schimb sunt puternic mirositoare, adesea mai mari, cu coaja mai tare şi care cad de pe plantă pentru a putea fi preluate de pe sol de mamiferele respective. Aici se încadrează bace unicarpelare (la *Phoenix*), drupe unicarpelare (*Cerasus, Prunus* ş.a.), fructe cărnoase multiple (*Malus, Pyrus* ş.a.), bace şi bace cu coaja tare (cu platoşă) (de la *Avocado, Citrus, Musa, Cucurbitaceae, Diospyros kaki* ş.a.) şi ansambluri de fructe (*Ficus, Arctocarpus incisa* – Arborele de pâine ş.a.). Fructele consumate de lilieci sunt, de asemenea, cărnoase, dar trebuie să rămână pe tulpini sau ramuri în poziţii expuse, vizibile (de ex. cele de la *Sapotaceae*).

Şi între diasporele uscate se află o clasă de fructe (nuci) şi seminţe mai mici, care sunt răspândite de păsările mâncătoare de seminţe. Alte nuci mai mari, ca cele de la *Quercus, Fagus, Corylus, Juglans* ş.a. care sunt adunate şi păstrate ca provizii de unele rozătoare (ca de ex. veveriţa), mai întotdeauna unele dintre ele scapă, cad pe sol şi astfel, se asigură răspândirea.

Mirmechochoria însemnează răspândirea unor seminţe sau fructe prin intermediul furnicilor. Diasporele respective conţin anexe caracteristice cu substanţe de ademenire sau hrănitoare (ex. elaiosomi). Elaiosomii se pot forma pe tegumentul seminţei de la *Viola, Corydalis, Asarum, Chelidonium, Cyclamen purpurascens, Melampyrum, Allium ursinum, Galanthus nivalis* ş.a. sau pe fructele nucă de la *Anemone nemorosa, Hepatica, Lamium, Knautia* ş.a. Speciile mirmecochore sunt, de regulă generală, plante din pădurile temperate dar şi tropicale.

1.2. Epizoochoria reprezintă modalitatea de răspândire a unor fructe şi seminţe care prezintă amenajări speciale pentru fixarea de anumite părţi ale corpului unor animale. Astfel, diasporele unor plante rămân agăţate de pielea sau părul unor animale prin peri glandulari (ca la *Salvia glutinosa*); prin cârlige (ca la *Galium aparine*, specii de *Medicago, Circaea lutetiana* (*Onagraceae*), *Lappula echinata* (*Boraginaceae*), prin sete cu dinţi retrorşi (*Bidens tripartita*) ş.a.; prin stiluri alungite şi încovoiate la vârf, menţinute pe fructe (*Geum urbanum*), hipsofilele transformate în cârlige la ansamblurile de fructe de la *Arctium, Xanthium* (*Asteraceae*) etc. (fig. 258).

Pe picioarele sau penele unor păsări de apă se fixează, împreună cu mâl, seminţele şi fructele mici ale unor plante care pot fi transportate în toată lumea (ex. la *Juncus, Carex, Typha, Plantago* etc.). La unele specii exotice din fam. *Pedaliaceae* fructele sunt adaptate pentru transport pe picioarele copitatelor mari.

2. Anemochoria (răspândirea fructelor şi seminţelor prin intermediul vântului) este frecventă la plante cu seminţe mici şi uşoare (*Orobanchaceae, Orchidaceae*) uşor suflate de vânt. La *Asteraceae* fructele sunt înzestrate cu papus; cu stiluri penat-păroase la *Clematis, Pulsatilla* (*Ranunculaceae*); cu caliciul umflat ca un balon la *Trifolium fragiferum* şi *T. neglectum*; nuci aripate-samare la *Ulmus,*

Fraxinus; fructe scindabile (disamare) ca la *Acer* ş.a.; fructe cu caliciul exterior transformat în umbrelă (*Scabiosa* ş.a.).

3. Hidrochoria (răspândirea prin intermediul apei). Se întâlneşte la unele plante ca *Sedum acre* sau unele *Aizoaceae*, la care capsulele se deschid la ploaie şi eliberează seminţele. La specii acvatice ca *Iris pseudacorus* sau *Potamogeton* (indigene) şi la *Cocos nucifera* (exotic) seminţele prezintă ţesuturi de plutire şi astfel sunt transportate prin apă. Prin apa de irigaţie se răspândesc unele seminţe şi fructe de buruieni sau de alte plante cu largă răspândire ca de exemplu *Sorghum halepense*, specii de *Typha, Carex* etc.

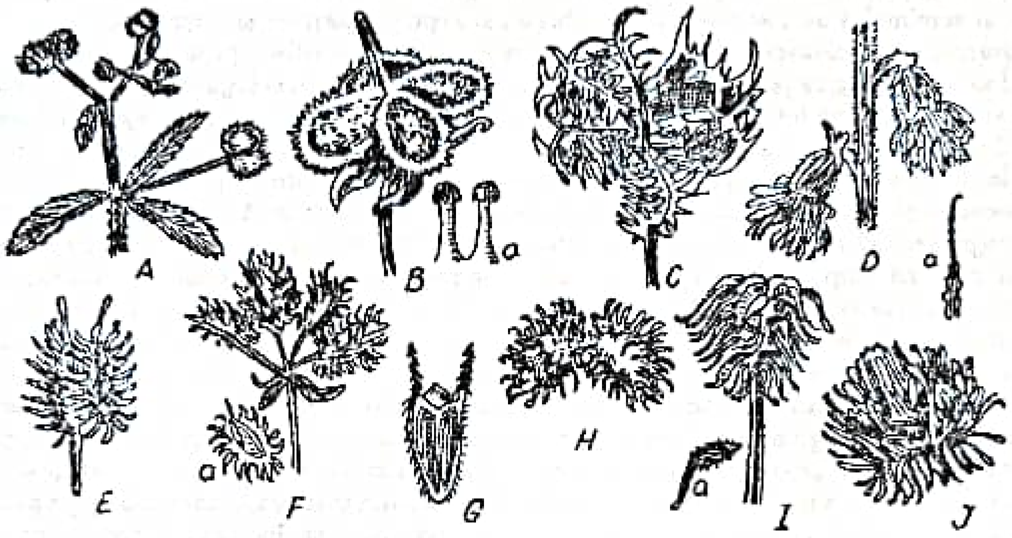


Fig. 258. Tipuri de fructe provenite de la plante epizoochore: A – *Galium aparine*; B – *Cynoglossum officinale*; c – *Ranunculus arvensis*; D – Orlaya grandiflora: E – *Agrimonia eupatoria*: F – *Daucus carota* subsp. *carota*; G – *Bidens tripartita*; H – *Xanthium spinosum* I – *Geum urbanum*; J – *Lappa major*; a – fructe izolate

II. AUTOCHORIA sau răspândirea prin mijloace proprii. Astfel: capsulele de la *Impatiens noli-tangere* (Slăbănog) explodează şi aruncă seminţele la o mică distanţă de plante mamă; baca de la *Ecballium*, la maturare împroaşcă seminţele până la 12 m depărtare de palnta pe care s-au format; capsula catapultă azvârle în aer mericarpii terminate cu un rostru lung, care se înconvoaie ca un arc. La *Geranium* mericarpiile execută mişcări de rotire în formă de cerc, iar la *Erodium* răsucirea este în spirală şi mericarpiile după cădere se înfig, astfel, cu uşurinţă în sol.

Unele plante, prin mişcări active de creştere, depun fructele lor în crăpăturile stâncilor sau zidurilor (ex. la *Cymbalaria muralis*) sau le afundă în sol (la *Arachis hypogaea, Trifolium subterraneum* ş.a.).

Diferenţierile biologice ale fructelor şi seminţelor pentru răspândire sunt legate de spatiile lor de viaţă. Astfel, într-o pădure de foioase din zona temperată, în pătura de jos a erbaceelor domină mirmecochorele; în stratul tufelor mai înalte epizoochorele; în stratul arbuştilor - endozoochorele, iar în stratul arborilor anemochorele şi autochorele, ceea ce corespunde cu activitatea factorilor de răspândire: furnici, mamifere, păsări, vânt.

În dezvoltarea istorico-genealogică a angiospermelor se pare că endozoochoria seminţelor şi fructelor cărnoase reprezintă un caracter primar, în timp anemochoria, mirmechoria, epizoochoria, hidrochoria şi autochoria, la seminţe şi fructe parţial sau complet uscate, apar drept caractere derivate.

4. Răspândirea seminţelor şi fructelor prin intermediul omului

Omul, ca factor de răspândire a seminţelor şi fructelor, a apărut mai târziu în istoria Terrei. În mod intenţionat, dar mai ales neintenţionat, prin intermediul omului au fost răspândite numeroase plante, pe distanţe mai mari sau mai mici, deseori de la o ţară la alta sau chiar de la un continent la altul. Plantele răspândite prin intermediul omului se numesc antropochore.

Astfel, din **Mexicul de Sud şi America Centrală** au fost răspândite în toată lumea: porumbul, fasolea, dovleacul, ardeii graşi, batatul, bumbacul (*Gossypium hirsutum*), avokado, papaierul ş.a. Din **Africa** s-au răspândit: pepenii verzi, ricinul, sorgul, curmalul, muşcata ş.a. Din Caucaz au provenit: grâul, secara, părul, moşmonul, vişinul, cireşul, corcoduşul, gutuiul, viţa de vie ş.a. Orientul apropiat este patria unor specii de grâu (*T. monococcum, T. durum*), a lucernei, trifoiului persan (*Trifolium resupinatum*), pepenului galben, morcovilor, prazului, verzei, ananasului ş.a. Indo-Malaezia este zona de unde au provenit bananierii, nuca de cocos, ghimbirul, usturoiul, spanacul ş.a. Din Asia Centrală au provenit specii de grâu, mazărea, lintea, inul de ulei, muştarul, macul, caisul, migdalul ş.a. Din China s-au introdus numeroase specii pomicole (dudul, forme cultivate de portocali şi mandarini, prunul), legumicole (specii de varză, ceapă), hrişca, meiul, gaoleanul ş.a. Din America de Sud au provenit specii de cartof, tomatele, dovleacul, tutunul, arborele de chinină, de cacao, arahidele, ananasul, bumbacul (*Gossypium barbadense*) ş.a. Din India de Sud, Birmania au provenit orezul, vinetele, castraveţii, lămâii, mandarinii, trestia de zahăr, bumbacul (*Gossypium arboreum*), năutul, piperul negru ş.a. Cu aceste ocazii au fost răspândite şi numeroase specii de plante necultivate, prin transporturi maritime şi terestre de cereale, nutreţuri, lână, animale vii etc. Între acestea, pentru România, sunt de amintit numeroase specii de buruieni de culturi (segetale), care au ajuns din America în Europa, ca: bătrânişul (*Conyza canadensis*), busuioaca (*Galinsoga parviflora, G. ciliata*), specii de *Amaranthus* (*A. albus, A. blitoides, A. retroflexus*). *Ambrosia artemisiifolia, Iva xanthifolia, Xanthium spinosum*, ş.a. În moduri asemănătoare au ajuns din America de Nord în Europa: *Oenothera biennis*, care ca plantă ruderală este în continuă expansiune; *Rudbeckia laciniata*, la început cultivată pentru ornament, în prezent în expansiune ca ruderală, mai ales în Transilvania. Din Asia de Est provine *Polygonum cuspidatum* (*Reynoutria japonica*), care este în expansiune ca plantă ruderală în buruienişurile din lungul râurilor şi păraielor de munte. De asemenea, specii de *Oxalis* (*O. corniculata, O. stricta*) ş.a. Din Europa de Sud se răspândeşte *X. italicum*, care la noi în ţară adevenit o buruiană păgubitoare culturilor de prăşitoare.

Se apeciază că în unele ţinuturi, cum ar fi părţi ale Noii Zeelande sau ale Californiei, antropochorele domină foarte clar în raport cu flora indigenă.

H. GERMINAREA SEMINŢELOR

În procesul de răspândire, cel puţin o parte dintre seminţe, singure sau înconjurate de peretele fructului, ajunge pe sol, în straturile superioare ale acestuia sau în apă. În mediile potrivite are loc germinaţia. Sămânţa sau fructul cu sămânţa se îmbibă cu apă, ţesuturile interioare hidratate sparg coaja seminţei (şi dacă este cazul şi coaja fructului). În acelaşi timp embrionul începe să crească pe seama ţesuturilor nutritive.

În sămânţă, embrionul are totdeauna poziţia cu radicula orientată spre micropil. La germinare iese mai întâi, prin această deschidere, radicula (rădăciniţa) cu hipocotilul.

Sunt cunoscute două tipuri de germinaţie.

1. Germinaţia epigee – este considerată primordială, iniţială şi este întâlnită la numeroase angiosperme actuale. Mai întâi iese, din sămânţă, rădăciniţa (care se orientează ortogeotropic pozitiv) împreună cu hipocotilul, apoi ies şi cotiledoanele. Prin alungirea hipocotilului, cotiledoanele sunt ridicate la o anumită distanţă de suprafaţa solului. În contact cu lumina, acestea se înverzesc şi joacă rol de primele frunze ale plantei. Ulterior, prin alungirea epicotilului se formează primele frunze adevărate (protofilele), încât cotiledoanele, nemaiavând niciun rol, se ofilesc şi cad. Germinaţia epigee este întâlnită la *Phaseolus vulgaris* (fig. 259 A-D), *Ricinus communis* (fig. 260), *Fagus sp., Acer sp., Helianthus annuus* ş.a.

2. Germinaţia hipogee este considerată drept caracter derivat, de superioritate, deoarece se grăbeşte creşterea şi dezvoltarea plantei. În acest caz, cotiledoanele (sau cotiledonul) sunt mari, transformate în rezervoare de substanţe de rezervă. La germinare, axa hipocotilă se alungeşte foarte puţin, încât cotiledoanele rămân, în sămânţă, în sol. La suprafaţa solului iese numai epicotilul, pe care, prin alungirea acestuia, se formează frunzele adevărate. Germinaţia hipogee se întâlneşte la *Vicia faba, Pisum sp.* (fig. 259-E), *Quercus sp., Juglans sp. Aesculus hippocastanum* ş.a.

De asemenea, multe monocotiledonate se comportă asemănător, ca având germinaţie hipogee. Singurul lor cotiledon se transformă într-un organ absorbant, care rămâne în sămânţă şi prin enzimele secretate, solubilizează substanţele nutritive din endosperm şi le transferă embrionului în creştere.

O poziţie specială, intermediară între cele două tipuri de germinare, este cea a reprezentanţilor vivipari ai tufărişurilor de coastă tropicală, care sunt cunoscute sub denumirea generală de mangrove.

Mangrovele sunt formațiuni lemnoase sempervirescente cu înfățișare de păduri sau, mai adesea, tufărișuri dezvoltate într-un sol mâlos brun, puternic sărăturat și slab aerisit.

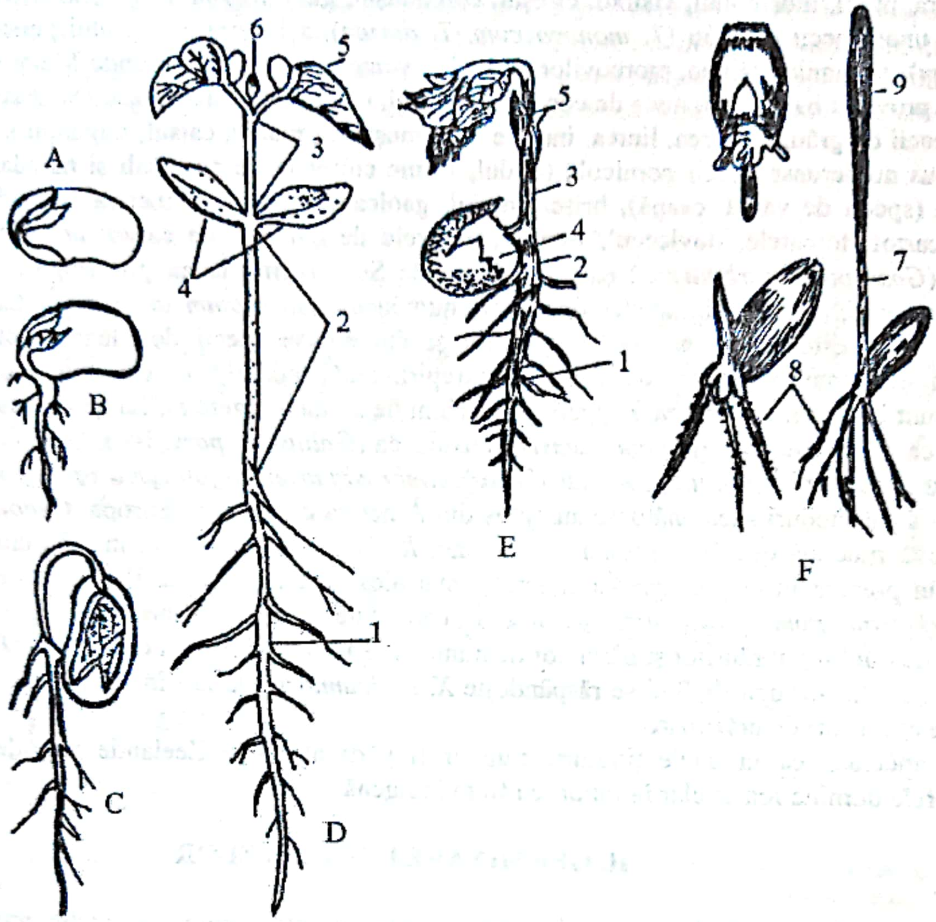


Fig. 259. Germinația epigee: A-D – *Phaseolus vulgaris*; Germinația hipogee: E – *Pisum sativum*; F – *Triticum aestivum*; 1 – rădăcina principală; 2 –hipocotilul; 3 – epicotilul; 4 – cotiledoanele; 5 – primele frunze (protofilele); 6 – gemula (piumula); 7 – coleoptilul; 8 – rădăcini adventive provenite din mezocotil (după Hrjanovschi, modificat)

Mangrovele se întâlnesc pe coastele umede ale oceanelor Pacific, Indian și Atlantic, supuse izbiturilor valurilor.

Speciile lemnoase caracteristice mangrovelor aparțin familiei *Rhizophoraceae*. În fructele lor cu o sământă, embrionul iese din aceasta, deja pe planta mamă, și atârnă din fruct cu radicula și hipocotilul foarte dezvoltat, ca o măciucă, lung până la 1 m, la *Rhizophora mangle* (Manglierul). Dacă în cele din urma cade, atunci, sub greutatea proprie se ancorează în mâlul sărat și dă naștere unei noi plante. Viviparia (germinarea seminței pe planta mamă) reprezintă o adaptare a plantelor pentru înmulțirea în acest mâl sărat și slab aerisit, în care sământa căzută n-ar putea germina. Mangrovele sunt singurele formațiuni lemnoase adaptate mediilor sărăturate.

Viviparia este întâlnită și la plantele erbacee din munții înalți (de ex. Polygonum *viviparum, Poa alpina* monstr. *vivipara*) sau din zone mai joase, ca *Poa bulbosa* monstr. *vivipara* ș.a. În aceste ultime cazuri este o „viviparie” neautentică, deoarece în inflorescențe se dezvoltă muguri mici, care căzând pe sol generează noi plante.

I. ACUMULAREA DE SUBSTANȚE BIOACTIVE

Substanțele chimice secundare, așa-numiții metaboliți secundari, s-au diferențiat istorico-evolutiv în legătură cu adaptarea angiospermelor la variate condiții de viață și cunoașterea lor, treptat, a căpătat mare importanță filogenetică și sistematică.

La angiospermele plesiomorfe, cum sunt multe *Magnoliopsida*, s-au dezvoltat puternic un ele clase de metaboliți precum neolignanele, lignanele și alcaloizii benzilizochinolinici.

La derivatele *Caryophyllidae*, *Rosidae* s.l. s-a ajuns la o acumulare a betalainelor, substanțelor tanante condensate ca galotanine și elagitanine, a izoflavonoidelor ș.a.

La grupele mai puternic derivate, superioare, cum sunt *Asteridae*- le, au apărut compuși noi, cum sunt cei ai căii acetatului (ca de exemplu poliacetilenele), ai căii acidului mevalonic (cum sunt terpenlactonele), saponinele, steroid-alcaloizi, compuși iridoizi ș.a.

Aceste schimbări, ale strategiilor de sinteză a compușilor bioactivi, au reprezentat adaptări ale angiospermelor în lupta cu adversarii lor fitofagi (insecte, păsări, mamifere), dar și cu ciupercile fitopatogene, care și acestea și-au diversificat și adaptat continuu strategiile de atac.

Strategiile defensive de apărare au contribuit la supraviețuirea și dezvoltarea în continuare a diversității angiospermelor până în zilele noastre. Aceste strategii chimice s-au dovedit, în procesul istorico-evolutiv, tot atât de importante ca și adaptările și restructurările morfo-anatomice.

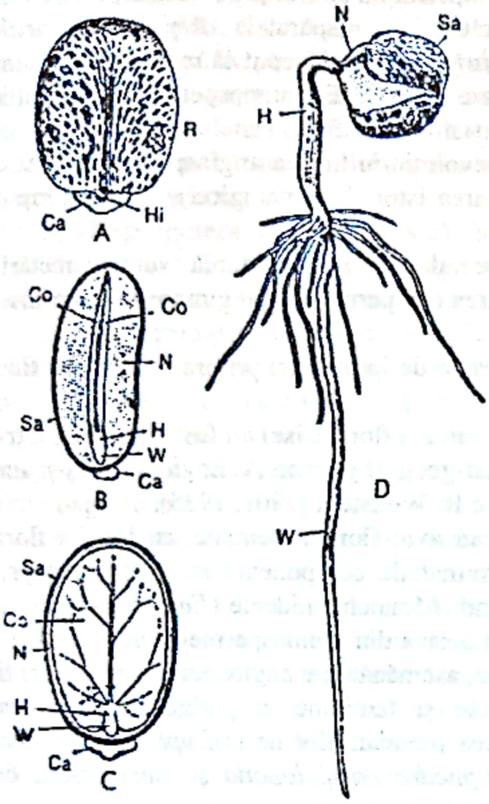


Fig. 260. Germinația seminței la *Ricinus communis*: A – aspectul general al seminței: B-C – secțiune longitudinală mediană și transversală; D – germinarea seminței și plantula: Hi – hilul; Ca – caruncula (ca elaiosom); R – rafa; sa – testa; Co – cotiledoane; radicula; N – endosperm H – hipocotil; W – radicula (după Troll)

J. ISTORIA FOSILELOR ȘI UNELE ASPECTE ALE DESCENDENȚEI ANGIOSPERMELOR

După cele mai noi date, istoria angiospermelor, bazată pe resturi fosile identificabile, se desfășoară neîntrerupt, pe suprafața Terrei, din Cretacicul Inferior, de aproximativ 140 mil. ani.

Fosile ale angiospermelor, anterioare Cretacicului, și anume din Jurasic, nu sunt cu certitudine cunoscute. Abia din Cretacicul Inferior au fost descoperite resturi fosile: de lemn, frunze, polen și flori, care au aparținut cu certitudine angiospermelor. Seriile de descoperiri fosile de pe teritoriul SUA, Suediei ș.a. au demostrat creșterea numerică și calitativă a angiospermelor din Cretacicul Inferior spre cel Superior.

În special, cercetarea polenului fosil a arătat o evoluție a acestuia de la tipul inițial monocolpat (monosulcat), în parte asemănător cu cel de la gimnosperme (cu o singură deschizătură germinativă distală abia perceptibilă) și comparabil cu cel de la *Magnoliopsida* actuale (și în parte cu cel de la *Liliopsida*). Treptat, la aceste angiosperme ancestrale, apar forme de polen tricolpat (trisulcat), cu trei deschizături germinative ecuatoriale, ca la Rosopsida actuale; apoi cele tricolporate (variante de la cele tricolpate, dar cu câte un por în mijlocul fiecărui sulc) și în cele din urmă cele triporate. Lipsesc în această lungă perioadă de timp formele de angiosperme derivate, superioare.

La aceste angiosperme timpurii, florile erau, adesea, mici și grupate în inflorescențe unisexuate, dispuse pe axe alungite. Prin scurtarea axei și condensarea verticilelor unisexuate au putut lua naștere florile bisexuate tipice ale angiospermelor. Primele flori bisexuate, astfel apărute, aveau componente numeroase, dispuse spirociclic și mai apoi au apărut cele derivate, prin oligomerizarea și dispoziție ciclică (vezi și la Paleobotanică).

Seriile de frunze încep cu forme nedivizate, simple și cu nervuri paralele, de felul monocotiledonatelor și apoi cu nervuri neregulat-penate, ca la unele dicotiledonate. În ambele linii de dezvoltare ale frunzelor apar, succesiv, frunze cu nervuri ramificate bazale dar și cu nervuri palmate, ca și forme de frunze peltate. La dicotiledonate apar, în cele din urmă, frunze palmat-lobate și penat-lobate.

Analizele diferitelor tipuri de polen ale florilor, începând cu Cretacicul Inferior, arată că angiospermele timpurii s-au răspândit către nord și sud, începând din zonele tropicale. Acestea s-au alăturat, la început cu număr mic de specii și cu populații mici, formațiunilor vegetale ale Emisferei Nordice de atunci, dominate de ferigi, *Cycadeae, Bennettitales, Gnetopsidae, Ginkgopsidae* și *Coniferae*. În noile medii de viață, angiospermele primordiale au început să evolueze divergent și să se multiplice ca număr de specii. La trecerea spre Cretacicul Superior au apărut și genuri noi, dintre care, unele mai trăiesc și astăzi. *Bennettitales* au intrat în declin și au dispărut la sfîrșitul Cretacicului Inferior, în timp ce *Cycadalele, Gnetopsidae*- le și *Ginkgopsidae*- le au început să regreseze ca număr de specii și ca areal, fără să dispară în totalitate. Cu aceasta a început „Era angiospermelor" (Neofitic) a istoriei Terrei, care se desfășoară neîntrerupt și în zilele noastre (fig. 494).

Mărturiile paleobotanice, referitoare la apariția și evoluția în timp a angiospermelor, sunt cu totul insuficiente și nu au contribuit în totalitate la elucidarea istoriei genealogice a acestui grup de plante.

În încercarea de rezolvare a acestei probleme, de mare importanță sunt cercetările pluridisciplinare asupra angiospermelor actuale și compararea cu spermatofitele gimnospermice fosile și actuale.

Pe baza acestor cercetări, au fost elaborate două grupe de ipoteze cu privire la originea florii angiospermelor: pseudantice și euantice.

A. Ipotezele pseudantice (ipotezele inflorescențiale sau ale florii false) au fost elaborate, într-o primă variantă, de către remarcabilul sistematician și botanist-geograf german A. Engler (1887) și apoi completate de către marele morfolog și sistematician austriac R. Wettstein (1901, 1935).

Conform cu aceste ipoteze, primele angiosperme au avut flori unisexuate, cu înveliș floral haplochlamideu, receptacul scurt, un număr mic și determinat de componente și polenizarea prin intermediul vântului. Acestui codex de trăsături îi corespund Monochlamideele (*Fagales, Urticales, Juglandales* ș.a.). Aceste angiosperme primordiale au putut deriva din gimnospermele evoluate de tip *Ephedra* sau *Gnetum*, la care se întâlnesc caractere apomorfe, asemănătoare angiospermelor, cum ar fi: transformarea frunzelor purtătoare de la florile masculine și feminine în perigon protector al staminelor, respectiv carpelelor, în mod similar cu formarea pseudantiilor de la *Euphorbia* actuală; polenizarea prin animale; dubla fecundație dovedită la *Ephedra campylopoda* și unele specii de *Gnetum*.

Sistemele de calsificare filogenetică, elaborate de Engler și Wettstein, pa baza acestor ipoteze, așază la baza angiospermelor Monochlamideele, considearte grup primitiv de plante lemnoase, cu flori unisexuate, fără periant sau cu periant neatrăgător, polenizate prin intermediul vântului, adesea grupate în inflorescențe amentiforme, ca la *Gnetopsida*. Floarea bisexuată a putut deriva din combinarea a două inflorescențe unisexuate, masculine și feminine.

Acest grup de ipoteze acum au mai mult valoare istorică. Este dovedit faptul că floarea unisexuată a Monochlamideelor are caracter secundar, prin reducerea până la dispariție a unuia dintre sexe, și nu caracter primar. De asemenea, analizele ADN comparative, dovedesc mai degrabă că Gnetopsidele supraviețuitoare astăzi reprezintă o grupă soră a acestora și nicidecum o grupă de origine a lor. În sprijinul acestei ipoteze pledează și dovezile paleobotanice, în sensul că Gnetopsidele actuale au apărut ceva mai recent în comparație cu angiospermele primordiale, evident mult mai vechi decât acestea.

B. Ipotezele euantice (ale florii adevărate) au fost elaborate independent de către olandezul G. Hallier (1905, 1912) și americanul Ch. Bessy (1915), prin cercetări morfologice comparative și de teratologie și susținute prin argumente fitopaleontologice, de către doi paleobotaniști englezi: N. Arber și D. Parkin (1907).

Concepția științifică a lui Arber și Parkin, cunoscută ca teoria strobilară, demonstreză faptul că floarea primitivă a angiospermelor a derivat din florile bisexuate ale *Bennettitopsida* și nu de la inflorescențele unisexuate, mult simplificate de la *Ephedra* sau *Gnetum*. Floarea bisexuată a angiospermelor primordiale s-a format ca rezultat al modificării lăstarului sau strobilului (conului) gimnospermelor de tip *Bennettitopsida*.

Pe baza acestei ipoteze, cele mai primitive angiosperme sunt cele cu flori bisexuate, cu structură generală apropiată de strobilul de la *Bennettites*. Astfel de flori se află la grupul mare al policarpigenelor (*Magnoliales, Annonales, Laurales, Ranunculales* ș.a.).

S-a alcătuit un întreg codex de trăsături primitive, adică inițiale, ale unei astfel de flori și parțial a structurii organelor vegetative. Aceste trăsături ale organizării primitive sunt următoarele: un număr nedeterminat al componentelor florii și dispunerea lor spirociclică; structura polisimetrică a florii, în timp ce monosimetria și asimetria apar mai târziu, ca rezultat al specializării în legătură cu trecerea la polenizarea prin insecte; componentele florii neconcrescute şi nereduse; gineceul cu poziție superioară; predominanța anemofiliei, deoarece entomofilia nu se întâlnea la acele gimnosperme; chalazogamia şi nu porogamia; prezența traheidelor şi absența traheilor (vaselor) ca şi la gimnospermele inițiale.

G. Hallier a stabilit 32 trăsături de primitivitate la policarpice, deşi oricare dintre acestea nu au importanță absolută. Este demn de remarcat faptul că aceste trăsături aproape niciodată nu se combină la o anumită grupă de plante, dar, de regulă generală, se întâlnesc la grupe diferite, adesea neînrudite şi aflate pe diferite trepte de dezvoltare evolutivă. Mai mult decât atât, în cadrul unei anumite grupe naturale studiate, alături de trăsături ale structurii arhaice se pot afla şi caractere ale organizării evident superioare. Această legitate a fost remarcată de mai mulți cercetători şi a căpătat denumirea de „legea necorespondenței morfologice".

Deşi ipoteza euantică clasică (strobilară) a originii florii primitive a angiospermelor s-a dovedit rodnică în ce priveşte progresul cunoştinţelor de filogenie a angiospermelor, pe baza acumulării de rezultate din diverse domenii, a început să fie contestată.

Bennettitopsidele fosile, prin florile lor bisexuate, care amintesc de angiosperme, însă cu purtători de ovule complet de alt fel decât la antofite, nu mai pot fi luate în considerare ca forme originare directe, cum s-a încercat cu mai multe decenii în urmă.

Mult mai plauzibilă s-a dovedit, însă, teoria originii carpelelor angiospermelor din megasporofilele „înfăşurate" de la *Cycas*. Staminele şi periantul, însă, ar corespunde cu structurile omoloage de la *Bennettitopsida*. Toate aceste componente ale florii: periantul, staminele şi carpelele ar fi fost cuprinse împreună în flori bisexuate. Aceste păreri au fost grupate într-o nouă variantă a „ipotezelor euantice", după care angiospermele primordiale au avut flori bisexuate autentice ca şi urmaşii lor actuali cei mai primitivi (*Magnoliales*).

Încercarea de derivare directă a angiospermelor din *Cycadopsida*, conform cu ipoteza euantică enunțată mai sus, este insuficient fondată din cauza lipsei verigilor fosile intermediare, dar şi a diferitelor dificultăți morfo-anatomice. De asemenea, încercările de a stabili legături ipotetice între angiosperme şi Caytoniales nu sunt fondate. Angiospermele nu au putut descinde direct din niciuna dintre grupele de *Cycadophytina* amintite. Asemănările cu *Cycadopsida, Bennnettitopsida* şi *Gnetopsida* trebuie interpretate ca evoluții paralele, datorită potențialului de diferențiere asemănător şi, în cele din urmă, datorită eredității asemănătoare a predecesorilor gimnospermici comuni.

C. Teoria euantică modificată, elaborată relativ recent, stabileşte posibile legături de descendență ale angiospermelor cu toate grupele dispărute de *Lyginopteridopsida* (*Pteridospermae*) mezofitice şi cu antofitele timpurii apărute din acestea.

Conform cu această „teorie euantică modificată" se pot face analogii între purtătorii sacilor de polen şi purtătorii, în formă de urcior, ai ovulelor de la *Pteridospermae* şi staminele, respectiv carpelele de la angiospermele inițiale.

Chiar dacă în prezent nu există elemente de legătură convingătoare între pteridosperme → primele angiosperme → angiospermele actuale, nu există însă nici piedici de netrecut în privința înțelegerii diferențierilor morfo-anatomice evolutive între aceste grupe de plante.

Particularitățile morfo-anatomice ale angiospermelor, care le-au conferit superioritate istorică față de predecesorii, respectiv rudele lor gimnospermice, sunt următoarele:

1. Probabil, producerea chitului de polen, protejarea ovulelor în carpele, ca premiză pentru polenizarea prin animale, mai economică, mai bine țintită, în raport cu polenizarea prin intermediul vântului.

2. Probabil, puternica reducere, ca număr al componentelor florii şi mai ales a staminelor şi carpelelor, neotenia în domeniul formării şi simplificării structurale a gametofiților, ca premiză pentru o reproducere în timp mai scurt decât la gimnosperme.

3. Probabil că şi plasticitatea în domeniul vegetativ, neatinsă de nicio grupă de spermatofite, cuplată cu formarea de xilem şi floem mai performant şi mult mai diversificat adaptat mediului aerian-terestru, mult mai diversificat.

4. Varietatea substanțelor biologic active, neîntâlnită la alte grupe de plante, a avut acelaşi rol adaptativ ca şi restructurările morfo-anatomice evolutive.

Toate aceste caracteristici morfo-anatomice au reprezentat premizele pentru utilizarea mai rațională a spațiilor de viață deja colonizate, dar şi pentru cucerirea altora noi, ca şi apărarea impotriva bolilor şi dăunătorilor vegetali şi animali.

Sunt necesare, în coninuare, noi investigații teoretice comparative, dar și experimentale pentru verificarea acestor ipoteze de lucru esențiale privind derivarea, evoluția și propagarea angiospermelor pe întreaga planetă.

În legătură cu varietatea extraordinară a angiospermelor actuale s-a pus întrebarea dacă acestea reprezintă, întradevăr, o grupă monofiletică sau au provenit polifiletic din diferiți precursori gimnospermici, ca urmare a unei dezvoltări convergente sau, poate, bifiletic, din două grupe ancestrale.

Cele mai numeroase caractere ale angiospermelor actuale, inclusiv analize ale secvențelor de ADN, pledează pentru monofiletismul lor. Toate angiospermele sunt legate între ele prin numeroase trăsături morfo-anatomice, cum sunt:

- flori inițial bisexuate, la care totdeauna carpelele sunt situate central, iar staminele la exterior;
- stamine cu două grupe de saci de polen și endotecium;
- carpela în formă de tub, care închide ovulele/ovulul;
- chitul de polen la formele primare cu polenizare zoofilă;
- gametofiții asemănători și totdeauna la fel construiți: cei masculi din trei celule (celula tubului polinic și două spermatii), iar cei feminini inițial din opt celule, grupate în aparatul oosferei, aparatul antipodal, iar în mijloc doi nuceli polari; la formele derivate, superioare, prin contopirea nucleilor polari în celula secundară diploidă, gametofitul ♀ devine alcătuit din 7 celule.
- fecundația dublă, cu rezultatul acesteia endospermul secundar triploid;
- tuburi ciuruite cu celule anexe, care derivă toate din aceeași celulă inițială.

Pe lângă aceste trăsături morfo-anatomice, toate secvențele de ADN până acum cercetate și anume ADN- ul cloroplastelor (rbcα) și ADN- ul nucleului $_{18}$S, demonstrează monofiletismul antofitelor.

K. DIVERSITATE, FILOGENIE ȘI SISTEMATICĂ

Diversitatea reprezintă complexitatea specifică, adică numărul de specii vegetale și animale. Calea directă de abordare a diversității viețuitoarelor aparține taxonomiștilor, care au denumit speciile și le-au catalogat într-un sistem de clasificare. Variablitatea desemnează deosebirile morfo-structurale, ecologico-fiziologice și comportamentale dintre indivizii aceleiași specii, care aparțin la populații diferite, ca expresie a neomogenității genotipice. Variabilitatea interindividuală pentru biologia evoluționistă constituie premisa selecției naturale care duce la speciație și respectiv evoluție.

Sistemul de clasificare poate fi definit ca un instrument practic pentru a face ordine într-un noian de cunoștințe haotice, neinteligibile și deseori generatoare de erori științifice.

Până în prezent au fost denumite și descrise circa 500.000 specii vegetale (în sens larg) și circa 2 milioane specii de animale, care populează toate spațiile vitale ale Terrei. Există multe forme de viață încă nedescrise de taxonomiști. Se estimează că numărul total al acestora ar fi cuprins între 5-30 milioane sau, după alți autori până la 150 milioane. O estimare rezonabilă a numărului de specii existente pe Terra ar fi de circa 10 milioane. Cel mai puțin cunoscute sunt unicelularele (procariotele și protistele) precum și paraziții unicelulari. De asemenea, din numărul total estimat al speciilor de ciuperci (circa 1,5 milioane) numai o mică parte (circa 70.000 specii) au fost descrise.

Pentru România, numerele pentru speciile non-vasculare (criptogame) sunt estimate la: 2000 specii alge eucariote, 4.000 specii fungi, 1.500 specii licheni, 900 specii briofite; Pentru plantele vasculare: 65 specii pteridofite, 12 specii gimnosperme și circa 3.200 specii angiosperme (V. Ciocârlan, 2000).

Pe plan global, până acum au fost cunoscute și descrise circa 240.000 specii de angiosperme, însă numărul total al acestora ar putea fi 250.000 sau chiar 350.000. Această diversitate de specii este cuprinsă în circa 10.000 genuri și peste 400 familii.

Deci, angiospermele reprezintă în momentul de față cea mai cuprinzătoare dintre toate grupele de plante.

Datorită unor caracteristici morfo-structurale și adaptative, angiospermele au pătruns rapid în toate mediile de viață ale ecosferei și domină prin numărul de specimene majoritatea asociațiilor de plante ale uscatului.

Nici o altă grupă de plante nu are însemnătatea economică directă pentru om ca angiospermele, cu numeroasele lor plante folositoare și de cultură.

Cu toate acestea, filogenia lor, în totalitate, dar și a unor grupe mai restrânse, este încă lacunară și de aceea și clasificarea lor naturală este departe de a fi unanim acceptată.

Prin filogenie se înțelege cunoașterea descendenței unor grupe unele din altele, inclusiv o reconstituire a strămoșului comun și a evoluției divergente din aceasta, a diferitelor ramuri. Filogenia, ca ramură a biologiei, se ocupă cu studiul modului în care s-a desfășurat evoluția de-a lungul timpului geologic.

Genealogia sau înrudirea, înseamnă, până la un punct, asemănarea exterioară. Când comunitățile genealogice se scindează, verigile de legătură dispar și apare discontinuitatea.

Sistematica reprezintă știința cercetării asemănărilor dar și a înrudirii. Înrudirea istorico-evolutivă mai strânsă sau mai depărtată este, deci, condiționată de separarea mai târzie sau mai timpurie între comunitățile genealogice.

Pentru a stabili gradul de rudenie, între grupe mai mari sau mai mici, sistematica ia în considerare și compară cât mai multe caractere omoloage, începând cu domeniul macroscopic, apoi cu cel ecologo-fiziologic până la cel molecular.

Sistematica ajunge, astfel, la o clarificare, cel puțin aproximativă, a istoriei evoluției angiospermelor și conduce la filogenie, deci la o interpretare istoric-cauzală a grupelor de plante și ale planurilor lor de construcție.

Sistematica și filogenia se fundamentează pe o sinteză neîntreruptă a tuturor cunoștințelor despre grupele de plante, care, deseori, prezintă multe lacune.

Pentru crearea unui sistem de clasificare al angiospermelor sunt necesare cercetări complexe și pluridisciplinare asupra formelor actuale, coroborate cu informațiile furnizate de materialul fosil studiat sau cel care se descoperă. În ultimele decenii, la toate aceste date, se adaugă informațiile privitoare la secvențele de ADN omoloage, în special la cele privitoare la genele „rbcL" și „atpβ" din genomul cloroplastelor și la genele 18S ribozomale din genomul nuclear, care au adus clarificări importante.

Prin coroborarea tuturor acestor informații se poate reconstitui o combinație plesiomorfă (primordială) de caractere, dar și o combinație apomorfă (derivată, de superioritate) a caracterelor dicotiledonatelor în sens larg.

Presupusa combinație plesiomorfă de caractere, la angiospermele cele mai vechi din timpul Cretacicului, a suferit, treptat, diferite diferențieri și restructurări pentru a face angiospermele mai adaptate la mediul înconjurător.

Sindromul plesiomorf prezentat în tabelul 10 nu se găsește în totalitate la nicio grupă de angiosperme actuale, însă mai aproape de aceste caractere sunt dicotiledonatele primitive grupate laolaltă în cl. *Magnoliopsida* s. str. (în actuala clasificare).

Combinația de caractere apomorfe (tabelul 10) derivate, în decursul procesului istorico-evolutiv, din cele plesiomorfe, se poate evidenția la unele *Magnoliopsida* superioare și la *Rosopsida* (dicotiledonatele autentice mult mai diversificate decât *Magnoliopsida*).

Fosilele de *Magnoliopsida* sunt cele mai vechi, din punct de vedere geologic, pentru angiosperme. De aceea, ordinele acestei clase sunt situate la baza arborilor genealogici ai angiospermelor.

Clasificarea angiospermelor, pe baza numărului de cotiledoane (păstrată de la John Ray: 1627-1705), în tradiționalele clase: *Dicotiledonatae* și *Monocotyledonatae* nu mai corespunde cu etapa actuală de dezvoltare a botanicii, când s-au acumulat foarte numeroase date din variate domenii de cercetare asupra angiospermelor actuale, dar și de paleobotanică.

Datele moleculare, în special, confirmă o părere mai veche, după care:

1. Monocotiledonatele s-au desprins, de timpuriu, ca o linie filetică distinctă, din dicotiledonate primordiale cretacice, de tipul *Pro-Magnoliiflorae*.
2. Dicotiledonatele superioare (*Eudicots*) au derivat din alți reprezentanți *Pro-Magnoliiflorae* și au evoluat independent și paralel cu monocotiledonatele.

Pe baza tuturor acestor cercetări asupra genealogiei timpurii a angiospermelor, susținute și prin cercetări pluridisciplinare asupra angiospermelor actuale, s-a trecut la o divizare sistematic-taxonomică a angiospermelor (antofitelor) în trei clase, o clasificare mai corectă decât cea tradițională de până acum, în numai două clase (Ehrendorfer in Strasburger, 1999).

Tabel 10. Combinaţia de caractere plesiomorfe şi apomorfe la *DICOTYLEDONATAE* s. lat.

	Caractere plesiomorfe (primordiale)	**Caractere apomorfe (derivate)**
0	1	2
1. Axa lăstarului	a. Arbuşti sau arbori veşnic verzi, ramificaţi simpodial, cu puţine ramuri.	a. Preponderent tipul erbaceu, peren la început, din care a derivat cel bienal şi apoi cel unianual; ramificaţii variate şi combinaţii ale acestora; erecte, volubile, agăţătoare etc.
	b. Eustel cu creştere secundară în grosime.	b. Eustel cu sau fără creştere secundară în grosime.
	c. Xilem secundar şi floem secundar puţin deferenţiat, cu traheide scalariforme, fără sau cu mai puţine trahei (vase) şi respectiv tuburi ciuruite cu lumenul îngust, colţuroase şi cu plăci ciuruite simple.	c. Xilem secundar cu preponderenţa traheilor (vaselor) asupra traheidelor; tuburi ciuruite largi, cilindrice, cu plăci ciuruite multiple.
	d. Plastide de tip S (care înmagazinează amidon) în tuburile ciuruite.	d. Plastide de tip P (care înmagazinează proteine) în tuburile ciuruite.
2. Frunza	a. Nedivizată, cu nervaţiunea penat-deschisă; dispoziţie alternă (spiralată).	a. Divizată în moduri variate sau compusă, cu nervaţie penat-închisă sau palmată, uneori curbinervă; preponderent dispoziţie opusă sau verticilată.
	b. Frunze persistente	b. Frunze căzătoare iarna.
	c. Noduri trilacunare cu trei urme foliare.	c. Noduri unilacunare sau multilacunare şi cu numărul corespunzător de urme foliare.
3. Rădăcina	a. Rădăcini principale şi secundare care formează un sistem pivotant sau rămuros (alorhizie).	a. Alorhizie sau homorhizie primară.
4. Florile	a. Solitare, bisexuate, proterandrice, actinomorfe, relativ mari, dispuse terminal.	a. Flori bisexuate, relativ mici, grupate în infloresceţe, preponderent zigomorfe.
	b. Construcţia florii polimeră, cu numeroase piese libere dispuse spiralat, pe o axă alungită, uneori construcţie trimeră cu elementele componente (periant, androceu şi gineceu) dispuse pseudo-verticilat pe o axă alungită; periantul este reprezentat prin perigon sau lipseşte cu totul.	b. Construcţia florii primar polimeră, cu toate componentele dispuse spiralat pe o axă treptat scurtată; periant homeochlamideu poliandric primară, gineceu policarpelar choricarp; treptat se trece la oligomerizare şi dispoziţie verticilată (ciclică) a androceului (diplostemon sau haplostemon), gineceu ± choricarpelar; flori puternic oligomere, unisexuate (în mod secundar), gineceu progresiv coenocarpelar (la *Caryophyllidae*, *Rosidae* anemofile ş.a.); periant heterochlamideu (cu caliciu şi corolă) radiar simetric, androceu diplostemon, gineceu încă ± choricarpelar (la *Saxifraganae*); flori actinomorfe choripetale, poliandrie secundară cu dezvoltarea centrifugală sau centripetală; trecerea de la gineceul choricarpelar→coenocarpelar (ca la *Violanae, Myrtanae* ş.a.); flori bisexuate zigomorfe, sinsepale şi simpetale, oligomere, haplostemonie, coenocarpie (ca la *Lamianae, Asteridae*).
	c. Stamine şi carpele puţin diferenţiate structural şi funcţional.	c. Stamine şi carpele înalt diferenţiate structural şi funcţional.

	d. Stamine slab diferenţiate, în partea sterilă (mult dezvoltată) şi fertilă (mai slab dezvoltată), cu două thece dispuse ± apical, fiecare cu câte doi saci de polen; thece cu endoteciu (din strat fibros şi mecanic) şi tapetum de secreţie (celular); grăunciorii de polen monosulcaţi (în pliul distal) sau tricolpaţi, lipicioşi datorită chitului de polen.	d. Stamine clar diferenţiate în partea sterilă (mai puţin dezvoltată) şi partea fertilă (antera) cu două thece, fiecare cu câte doi saci de polen; thece cu endoteciu şi tapetum amoeboidal (periplasmodiu); tipuri variate, derivate, de polen: tricolpat, triporat, tricolporat, stefanocolporat, stefanoporat, pantoporat.
	e. Carpele slab diferenţiate, în formă de tub, cu sutura ventrală incomplet concrescută, dar închisă prin secreţii mucilaginoase; marginile şi vârful carpelei papiloase, cu funcţie de stigmat, fără stilodiu; placente masive, ± laminale sau în formă de inel; gineceu choricarpelar superior (flori hipogine).	e. Carpele distinct diferenţiate, de formă caracteristică, cu sutura ventrală complet închisă, cu stilodiu şi stigmat; placente mai subţiri, centriunghiulare sau centrale; gineceu preponderent coenocarpelar inferior (flori epigine).
	f. Gametofitul masculin simplificat prin neotenie (faţă de gimnosperme) alcătuit din două celule: sifonogenă (a tubului polinic = vegetativă) şi generativă, care se divide în două spermatii abia în tubul polinic.	f. Gametofitul masculin alcătuit din trei celule: sifonogenă (a tubului polinic) şi două spermatii care rezultă din diviziunea celulei generative chiar în grăunciorul de polen, când se află în sacul polinic.
	g. Ovule atrope, bitegminate şi crasinucelate; în fiecare ovar numeroase ovule.	g. Ovule anatrope şi campilotrope, unitegminate şi tenuinucelate, în număr din ce în ce mai mic, până la 2 sau 1, în fiecare ovar.
	h. Gametofitul feminin, cu sac embrionar monosporic, alcătuit din 8 celule dispuse astfel: aparatul oosferei (oosfera + 2 sinergide) spre micropoil; aparatul antipodal (3 celule) şi doi nuclei polari încă neconcrescuţi în mijlocul sacului embrionar.	h. Gametofitul feminin cu sac embrionar monosporic sau tetrasporic, alcătuit din 7 celule: aparatul oosferei, aparatul antipodal şi nucleul secundar al sacului embrionar (diploid) rezultat din contopirea celor 2 nuclei polari.
5. Polenizarea	Zoofilă, slab specializată, prin intermediul unor insecte primitive, atrase de mirosul florilor şi de polen utilizat ca hrană. Nectariile lipsesc.	Zoofilă diversificată şi înalt specializată, dar şi secundar anemofilă; flori fără nectarii, însă cele mai numeroase cu nectarii bine dezvoltate situate în floare sau extrafloral.
6. Fertilizarea	Dublă, cu formarea a doi zigoţi: primar (principal) diploid, din care, prin mitoze rezultă un embrion mic şi drept; secundar (accesoriu) triploid, din care prin mitoze se formează endospermul abundent triploid, de tip nuclear.	Dublă, cu formarea celor doi zigoţi. Embrionul însă este mare şi curbat, iar endospermul, de regulă generală, celular, derivat, de superioritate (cel nuclear este mai rar întâlnit).
7. Sământa	Sământă de dimensiuni variabile, de obicei colorată, cu sarcotestă şi sclerotestă, provenite din ambele integumente; anexele tegumentului seminal lipsă sau slab diferenţiate; embrion mic, drept, însă endospermul abundent.	Seminţe variate, bitegminate, dar mai ales unitegminate, cu anexe tegumentare variate; embrion mare, curbat, cu endosperm redus sau acesta lipseşte complet.
8. Fructul	Foarte variat, însă, de regulă generală, dehiscent, cu eliberarea seminţelor.	De regulă generală indehiscent, care protejează seminţele/sământa şi ajută la diseminare.
9. Diseminarea	Endozoochoră, prin animale vertebrate.	Foarte variată: zoochoră, anemochoră, autochoră.
10. Germinaţia	Epigee	Hipogee
11. Substanţe bioactive	Mai simple, rezultate din calea metabolică a acidului shikimic, cum sunt neolignane, flavonoide, substanţe tanante condensate, alcaloizi benzilizochinolinici	Mai complexe, rezultat al căii acetatului (ca de exemplu poliacetilenele) sau ale căii acidului mevalonic (cum sunt compuşii iridoizi, saponinele, steroid alcaloizii, terpenlactone ş.a.

SISTEMATICA ANGIOSPERMELOR (ANTOFITELOR)

3.3. Subîncrengătura *MAGNOLIOPHYTINA* (=*ANGIOSPERMAE*)
  3.1. Cl. *MAGNOLIOPSIDA* s. str. (*DICOTYLEDONEAE* p.p.)
    – Dicotiledonate inferioare
    1.1. Subcl. *Magnoliidae*
    1.2. Diverse ordine izolate
    1.3. Subcl. *Nymphaeidae*
  3. 2. Cl. *ROSOPSIDA* (*DICOTYLEDONEAE* p.p. = *EUDICOTS*)
    – Dicotiledonate autentice
    2.1. Subcl. *Ranunculidae*
    2.2. Diverse supraordine foarte izolate
    2.3. Subcl. *Caryophyllidae*
    2.4. Subcl. *Rosidae* s. lat.
    2.5. Subcl. *Asteridae* s. lat.
  3.3. Cl. *LILIOPSIDA* (*MONOCOTYLEDONEAE; MONOCOTS*)
    – Monocotiledonate
    3.1. Subcl. *Alismatidae* (*Helobiae*)
    3.2. Subcl. *Aridae*
    3.3. Subcl. *Liliidae* s. lat.
    3.4. Subcl. *Arecidae* s. str. (= *Spadiciflorae* p.p.)
    3.5. Subcl. *Commelinidae*

În ciuda tuturor progreselor făcute în cunoaşterea grupului uriaş al angiospermelor, o clasificare naturală şi filogenetică, unanim recunoscută, nu a fost încă realizată. De aceea, noile informaţii inter- şi pluridisciplinare obţinute, obligă mereu la schimbări şi provizorate.

3.1. Clasa *MAGNOLIOPSIDA* s. str.

Caracterizare generală

Magnoliopsidele în sens restrâns reprezintă aproximativ 3% dintre toate angiospermele, adică circa 8.000 specii (grupate în 300 genuri şi 30 familii).

Ele includ o mare varietate de caractere ale acestei grupe, mai ales ale aparatului vegetativ, iar în cadrul aparatului reproducător se află multe caractere plesiomorfe, dar şi unele caracteristici apomorfe.

Domină formele de viaţă, mai mult sau mai puţin lignificate, atât arbuşti cât şi arbori. Plantele anuale lipsesc.

Din punct de vedere fitochimic, prezintă celule secretoare de uleiuri eterice, iar ca metaboliţi secundari se află lignane şi alcaloizi benzilizochinolinici. Saponinele lipsesc.

În axul lăstarului, fasciculele conducătoare sunt de tip colateral deschis, dispuse, în secţiunea transversală, pe un singur cerc, alcătuind eustelul. Datorită cambiului, magnoliopsidele pot creşte secundar în grosime.

Frunzele, de cele mai multe ori, sunt simple, peţiolate, cu nervaţiune în reţea. Stipulele, în măsura în care sunt prezente, sunt concrescute cu peţiolul frunzei, lipsită de teacă. Lăstarii din unghiurile frunzelor prezintă, de cele mai multe ori, o singură frunză anterioară.

Rădăcina embrionară are viaţă lungă şi se ramifică variat, fenomen numit alorhizie.

Florile sunt foarte diferite, însă prezintă un număr nedefinit de componente, adesea dispuse spiralat (după formula $P \propto A \infty G \infty$) sau sunt trimere, cu componentele dispuse verticilat, pe axa alungită. Periantul este reprezentat numai printr-un perigon sau lipseşte cu totul. Androceul este alcătuit din numeroase stamine (poliandrie primară). Stamina, uneori, este slab diferenţiată în filament (deseori puternic dezvoltat) şi anteră, mult mai slab dezvoltată. Formarea pereţilor tetradelor de microspori, de cele mai multe ori, este simultană, iar grăunciorii de polen prezintă o cută germinativă (monosulcaţi sau monocolpaţi) şi tipuri derivate de la acestea. Gineceul este choricarpelar, cu ovulele aproape totdeauna bitegminate şi crasinucelate. Endospermul este abundent şi se formează după tipul nuclear, iar embrionii sunt mici. Toate acestea reprezintă caractere plesiomorfe.

Aproape toate familiile cuprind şi reprezentanţi vechi, apăruţi în Cretacic.

Sistematica. Cl. *Magnoliopsida* s. str. cuprinde două subclase importante, între care se află un bloc morfologic de ordine izolate.

1.1. Subcl. *Magnoliidae* (în general lemnoase)
1.2. Diverse ordine izolate
1.3. Subcl. *Nymphaeidae* (exclusiv erbacee)

1.1. Subclasa *MAGNOLIIDAE*

Aici se încadrează, preponderent, plante lemnoase, mai mari, cu flori din multe până la puține elemente componente, dispuse spirociclic sau, uneori, verticilat. Prezintă celule secretoare de uleiuri eterice, plastidele de tip P în tuburile ciuruite și substanțe bioactive de tipul lignanelor și alcaloizilor benzilizochinolinici.

Magnoliidele reprezintă baza din care au derivat toate grupele de angiosperme. Clasa este un exemplu de grup parafiletic, adică un grup la care nu toți descendenții au derivat dintr-un strămoș comun.

Sistematica. Subclasa cuprinde trei ordine: *Winterales, Magnoliales* și *Laurales.*

1.1. Ordinul *WINTERALES*

Reprezentanții acestui ordin sunt considerați cei mai primitivi, deoarece prezintă multe caractere plesiomorfe. Încadrează două familii: *Winteracaeae* și *Canellaceae.*

Familia *Winteraceae*

Aceasta încadrează 65 specii răspândite în Emisfera Sudică (America de Sud, Australia, Oceania, Indo-Malaezia).

Se prezintă ca arbuști veșnic verzi, cu frunze nestipulate și flori mici, fasciculate, unisexuate sau poligame. Lemnul prezintă numai traheide (homoxil) cu excepția genului *Illicium*, la care coexistă traheide areolate cu vase scalariforme primitive, Au încă plastide de tip S în tuburile ciuruite.

În flori, staminele și carpelele sunt slab diferențiate, foliacee.

Numai izolat conțin alcaloizi.

Genuri: ***Drimys*** cu 20 specii răspândite în Emisfera de Sud; Ex.: *D. winteri* crește în America Centrală, în Țara de Foc și formează „scoarța" de Winter.

Familia *Canellaceae*

Familie mică, cu 5 genuri și puține specii răspândite în America Centrală și de Sud, Africa orientală, Madagascar. Sunt arbori sau arbuști cu frunze persistente.

Genuri principale: ***Canella*** cu 2 specii în America Centrală; ***Cinnamodendron*** cu 3 specii în America tropicală.

1.2. Ordinul *MAGNOLIALES*

Plante lemnoase care conțin glande cu uleiuri eterice. Flori hipogine, cu periant bogat și androceu și gineceu primar polimer, cu dispoziție spiralată. Grăunciorii de polen 1-aperturați (uneori cu două aperturi sau chiar inaperturați).

Pe baza cercetării fosilelor de polen și frunze din Cretacic și comparate morfologic cu formele actuale, este un lucru stabilit că *Magnoliales* reprezintă cel mai vechi grup de plante cu flori. Polenul sulcat și frunzele simple întregi sau, uneori, cu foliole slab organizate, reprezintă tipul ancestral. Dintre angiospermele actuale numai *Magnoliales* prezintă aceste caractere. Nici o familie de *Magnoliales* nu poate fi considerată ancestrală în raport cu celelalte. Fiecare familie prezintă propria sa combinație de trăsături plesiomorfe, dar și unele apomorfe.

La acestea predomină, în tuburile ciuruite, plastidele de tip P și alcaloizii benzilizochinolinici.

Încadrează familiile: *Degeneriaceae, Himantandraceae, Magnoliaceae, Annonaceae* și *Myristicaceae.*

Familiile *Degeneriaceae* și *Himantandraceae* încadrează puține specii răspândite exclusiv în zona tropicală a Pacificului de Vest.

Reprezentanți: ***Degeneria vitensis*** în Ins. Fiji din Pacific; ***Himantandra*** cu 2 specii răspândite în Australia și Noua Guinee.

Familia *Magnoliaceae*

Familia încadrează 185 specii cu răspândire relictară în Emisfera Nordică subtropicală până în cea temperată.

Reprezentanții sunt arbori sau arbuști cu frunze persistente sau caduce, simple, rareori lobate (*Liriodendron*), alterne, cu stipule caduce.

Florile sunt terminale, rareori axilare, solitare, bisexuate, foarte mari, cu axa florală alungită. Perigon din numeroase piese, aciclic sau ciclic trimer. Androceu și gineceu cu număr nedeterminat de componente, primar pleiomere, cu dispoziție spiralată (fig. 261). Ovulele cu integumentul intern vascularizat. Endospermul mic cu suspensorul masiv și endospermul abundent.

$$* P_{\infty}A_{\infty}G_{\infty}$$

Fructele sunt choricarpe (polifolicule sau polisamaroide), bace sau capsule. Semințele sunt prevăzute cu aril mare, roșietic-portocaliu.

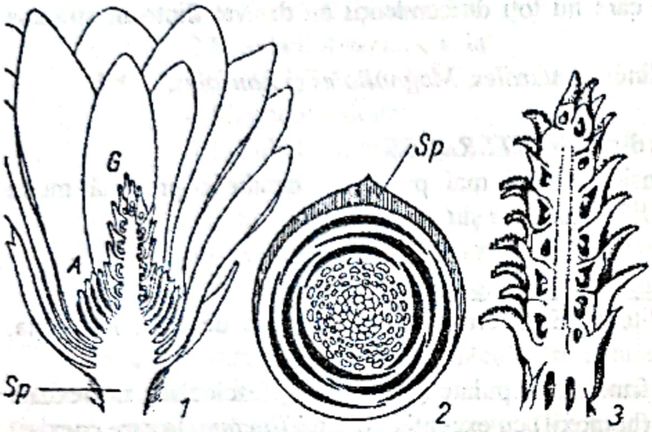


Fig. 261. *Magnoliaceae*: *Magnolia stellata* – secțiune longitudinală în floare cu dispoziție spiralată, pe un receptacul alungit, a staminelor (A) și a carpelelor (G); 2 – diagrama florală; 3 – *M. yulan* – secțiune longitudinală în receptacul cu fructul choricarp; A – androceu; G – gineceu; sp – spata (după Soó)

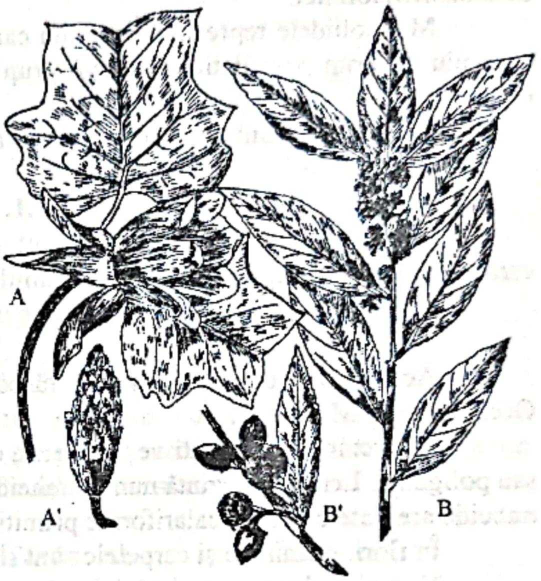


Fig. 262. A - *Liriodendron tulipifera* – lăstar cu frunze și floare; A' – fruct polisamaroid; B – *Laurus nobilis* – lăstar cu frunze și flori; B' – lăstar cu fructe

Genul ***Magnolia*** încadrează specii originare din Asia de Sud și Est precum și din America de Nord. Se cultivă pentru ornament în unele regiuni ale globului: *M. x soulangeana*, cu flori mari, variat colorate, de la albe până la roșii. Este hibrid între două specii chinezești: *M. denudata* (cu flori albe) și *M. liliiflora* (cu tepalele purpurii la exterior și albe la interior). Florile apar odată cu frunzele. *M. acuminata* are flori galben-verzui, nemirositoare, care apar după înfrunzire. Este originară din America de Nord. *M. obovata* are flori albe, mari (de 14-16 cm în diametru), care apar după înfrunzire. *M. kobus* este specia cea mai rustică, cu flori albe, mult mai mici, care apar primele, înainte de înfrunzire. *M. stellata*, *M. yulan* ș.a. Toate prezintă frunze întregi.

Genul ***Liriodendron*** încadrează specia *L. tulipifera* (fig. 262-A) (Arborele de lalele). Este originar din America de Nord atlantică, adesea cultivat și la noi. Are frunze caracteristic lobate, cu vârful emarginat. Fructul este uscat, fără aril, polisamaroid, cu samarele unilateral aripate. Florile sunt mari, campanulate, galben-verzui, asemănătoare cu ale lalelelor.

Familia *Annonaceae*

Familie cu peste 2.300 specii, grupate în 80 genuri, răspândite peste tot în regiunile intertropicale ale Lumii Vechi, rareori extratropicale (în America de Nord și Australia). Resturi fosile sunt cunoscute din Cretacicul Superior.

Arbori, arbuști sau liane, cu frunze simple, alterne. Florile prezintă perigon cu verticile ternare de tepale. Androceu spirociclic cu 3-n stamine, gineceu spirociclic sau pseudoverticilat, cu număr variabil de carpele libere, rareori concrescute. Fruct capsulă, achenă sau bacă.

Genul ***Annona*** încadrează 60 specii răspândite în America tropicală și în Africa.

Genul ***Asimina*** încadrează 10 specii răspândite în America de Nord.

Genul ***Cananga*** încadrează specia *C. odorata* din Indo-Maleazia, din care se extrage „esența de Macassar" (alcătuită din sesquiterpene, esteri benzoici și acetici).

Importanța

Annonaceae- le furnizează lemn moale de construcții, fructe comestibile, fibre textile, esențe (uleiuri eterice mirositoare).

Familia *Myristicaceae**

Familia cuprinde 370 specii, arbori sau arbuști din Asia tropicală. Frunzele sunt simple alterne, flori unisexuate dioice, cele feminine cu o singură carpelă și o sământă. Fructul este cărnos, dehiscent prin două valve, sământa cu aril voluminos, cărnos și lobat.

$$* P_3A_{\infty-1}G_1$$

Myristica fragrans (fig. 263) este originară din Ins. Molluce și se cultivă frecvent la tropice. Aceasta furnizează „nuca de Muscade” (sământa) sau „untul de Muscade” (materiile grase din semințe). Conține, de asemenea, și uleiuri esențiale, importante din punct de vedere medicinal (*Nux moschata*, med.).

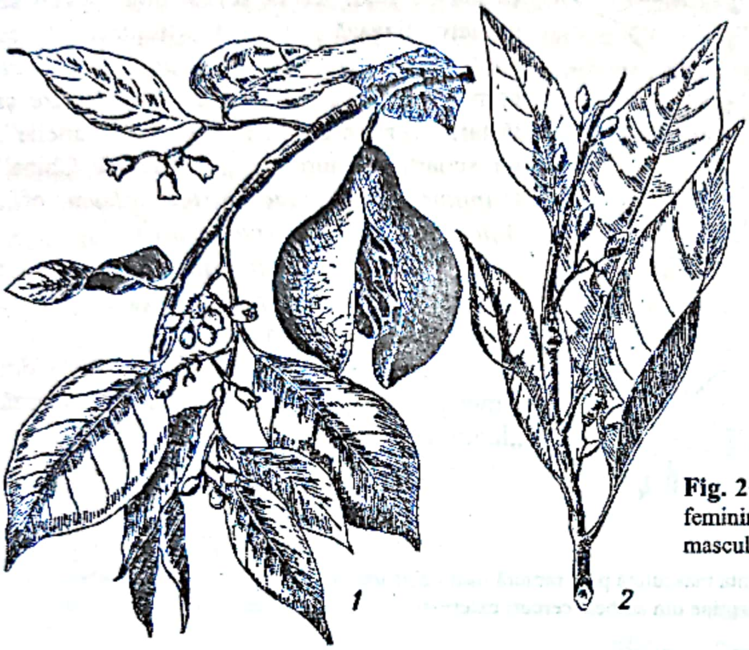


Fig. 263. *Myrstica fragrans*: 1 – lăstar cu flori feminine și un fruct deschis; 2 – lăstar cu flori masculine (după Soó)

1.3. Ordinul *LAURALES*

Reprezentanții sunt arbori, arbuști sau liane cu frunze veșnic verzi, simple, pieloase. La nodurile tulpinii prezintă numai o lacună foliară. La unele specii se manifestă tendința de formare a receptaculelor în formă de urcior.

Sistematica. Ordinul cuprinde familiile: *Monimiaceae, Lauraceae, Calycanthaceae.*

Familia *Monimiaceae*

Familie cu peste 400 specii, răspândite peste tot în regiunile intertropicale ale Emisferei Sudice, cu areale disjuncte.

Familia *Lauraceae*

Familie cu peste 3.000 specii, răspândite peste tot, în zonele calde ale globului, rareori în zone temperate. O singură specie (*Laurus nobilis*) este răspândită în Europa mediteraneană.

Sunt arbori sau arbuști, o singură specie erbacee volubilă, parazită, asemănătoare cu Cuscuta. Frunze în general persistente, simple, coriacee, alterne, nestipelate, bogate în uleiuri esențiale, mirositoare.

Flori mici, grupate în inflorescențe cimoase, rareori solitare. Acestea pot fi bisexuate sau unisexuate, monoice sau dioice, de regulă generală, trimere, ciclice. Periantul diferențiat în caliciu și corolă sau perigon. Gineceul este pseudomonomer.

$$* K_3C_3A_{3+3+3}G_{\underline{(3)}} \text{ sau } * P_{3+3;4+4}A_{3+3+3}G_{\underline{1}}$$

Fructul este o bacă, mai mult sau mai puțin, închisă în cupa receptaculului sau drupă.

Laurus nobilis (Laurul mediteranean, Dafinul) (fig. 262 B, B’) este specia cea mai cunoscută. Arbust sau arbore de 2-20 m înălțime. Frunzele au valoare condimentară. Din bacele sale se extrage un ulei cu utilizări medicinale (*Lauri folium, fructus, Oleum lauri*, med.). Încă din antichitate planta este considerată simbol al gloriei (de aici titlul de „laureat”). *L. canariensis* se află în Ins. Canare.

---

* Uneori încadrată la *Laurales*

Genul ***Cinnamomum*** cu peste 150 specii sud și est asiatice și australiene. *C. camphora* (Arborașul de camfor), din lemnul căruia se extrage, prin sublimare, camforul, cu utilizări medicinale (ca injecții), pentru reglarea activității cardiace și respiratorii (*Camphoria* off.). *C zeylanicum* (Arborașul de scorțișoară) din India și Sri Lanka (Ceylon) și *C. aromaticum* (= *C. cassia*) din China de Sud. De la aceste două specii se comercializează scoarță tulpinii (care conține uleiuri eterice) cu denumirea comercială de „scorțișoară". Din frunze și lăstari tineri se extrage „esența de canelle", iar scoarța se numește „Canelle de China" (*Cinnamomi Cassiae cortex, oleum* off., *Aqua Cinnamomi spirtuosa*, off.).

Persea americana (Perele de Avocado) din America, are fructe comestibile, bogate în grăsimi.

Sassafras officinale (fig. 264) din America de Nord atlantică furnizează „lemnul de Sassafras" (esența de safrol).

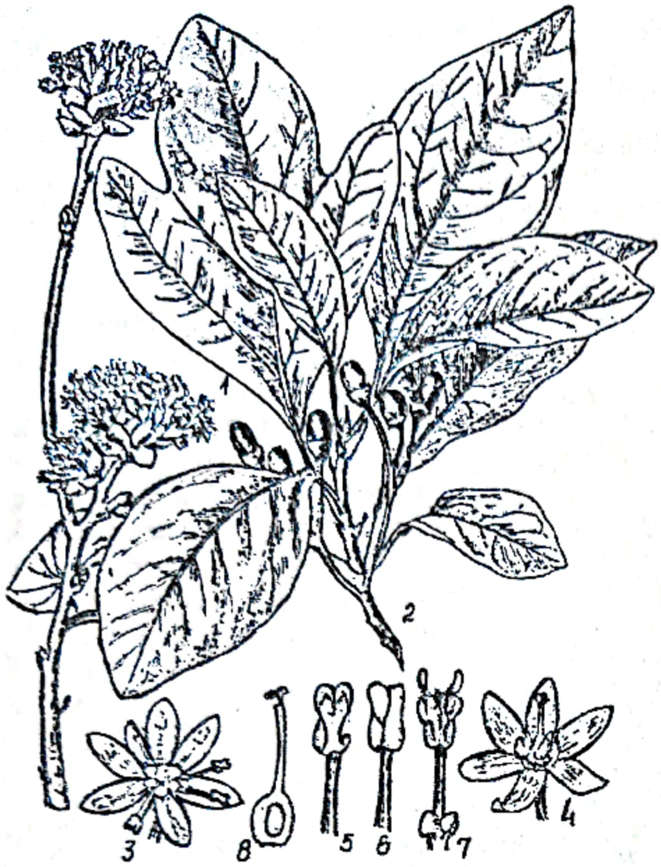


Fig. 264. *Sassafras officinale*: 1 – inflorescența masculină pe o ramură încă neînfrunzită; 2 – lăstar cu fructe nedeschise; 3 – floare masculină; 4 – floare feminină; 5-6 – stamine din ambele cercuri exterioare; 7 – stamină deschisă, din cercul interior; 8 – gineceu cu ovar cu un ovul (după Karsten)

Familia *Calycanthaceae*

Familia cuprinde 2 genuri și 8 specii răspândite în Extremul Orient, America de Nord și Australia tropicală.

Se prezintă ca arbuști cu frunze opuse, simple, nestipulate. Florile sunt axilare, solitare, cu un receptacul concav, cu numeroase elemente dispuse spiralat. Fructul o achenă, dispusă în recepatculul devenit cărnos.

Se află adesea cultivate: *Calycanthus floridus* din America de Nord, care este arbust ornamental odorant prin florile sale, prevăzute cu stamine fertile și staminodii; *Chimonanthus praecox* din China, arbust ornamental odorant, care înflorește înainte de înfrunzire.

1.2. SUBCLASĂ
Diverse ordine izolate

Aceasta încadrează plante lemnoase mici sau erbacee perene, unele cu flori cu puține elemente componente. Toate au plastide de tip S și celule secretoare de uleiuri eterice, dar nu conțin neolignane sau alcaloizi.

Prin aceste caractere, ele fac tranziția de la subclasa *Magnoliidae* la *Nymphaeidae*. Au vechime foarte mare și sunt așezate, din punct de vedere istorico-genealogic, la baza Magnoliopsidelor. Aici sunt cuprinse următoarele ordine: *Illiciales, Chloranthales, Piperales, Lactoridales, Aristolochiales, Rafflesiales.*

2.1. Ordinul *ILLICIALES*

Reprezentanții acestui ordin prezintă flori bisexuate sau unisexuate, cu multe elemente componente, frapant zoofile. În fiecare carpelă se află mai multe ovule.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Austrobaileyaceae, Illiciaceae și Schizandraceae.*

Familia *Austrobaileyaceae* încadrează genul ***Austrobaileya***, endemic în N-E Australiei. Este liană cu frunze opuse sau subopuse. Numai la aceasta, între toate angiospermele, celulele anexe se formează independent, din altă celulă inițială, față de tuburile ciuruite. Grăuncioarele de polen sunt monosulacte, ca la monocotiledonate.

Familia *Illiciaceae* cuprinde 42 specii și ***Schisandraceae*** 50 de specii. Ambele au areale disjuncte în Asia de S-E subtropicală și America de Nord. Prezintă grăuncioare de polen 3-6 colpate (ca la *Rosopsida*), dar se formează pe altă cale. ***Illicium*** cu 7 specii răspândite în America de Nord atlantică și Asia Orientală: *I. verrum; I. religiosum* ș.a.

2.2. Ordinul *CHLORANTHALES*

Plante erbacee perene, arbuști sau arbori. Flori unisexuate, monoice sau dioice, alcătuite dintr-o singură stamină, respectiv o carpelă, uniloculară, cu un ovul. Fruct drupaceu.

Încadrează familiile: *Chloranthaceae, Amborellaceae* și *Trimeniaceae.*

Familia *Chloranthaceae* încadrează specii foarte vechi, cu areal disjunct, care au apărut în Cretacicul Inferior.

Familia *Amborellaceae* este monotipică, cu o specie endemică în Noua Caledonie (lângă Australia).

Familia *Trimeniaceae* se află în insulele din vestul Oc. Pacific. Lemnul prezintă vase (trahei), iar florile prezintă periant din mai multe elemente componente.

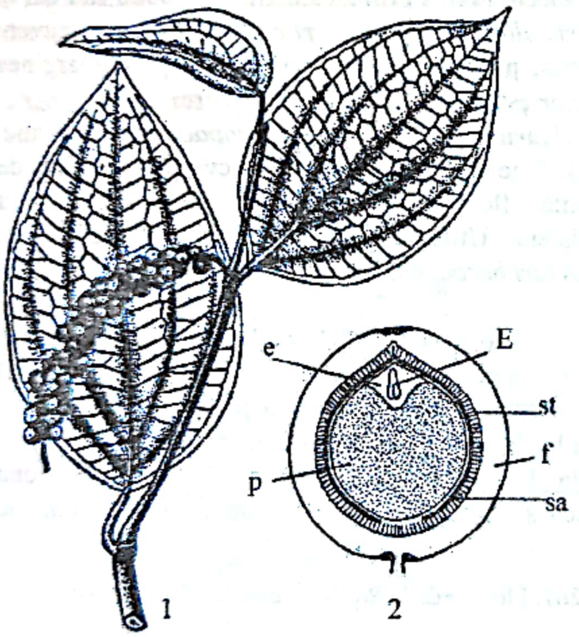


Fig. 265. *Piper nigrum*: 1 – lăstar cu ansamblu de fructe; 2 – secțiune longitudinală în fructul drupă cu mezocarpul cărnos (f), cu endocarp sclerificat (st), coaja seminței (sa), embrion (E), endosperm secundar (e) și perisperm (p) (A- după Karsten; B- după Baillon, din Strasburger, 1999)

2.3. Ordinul *PIPERALES*

Familia *Piperaceae*

Această familia încadrează 2.000 specii, plante erbacee, subarbuști sau liane, rareori arbori, care cresc spontan în zone tropicale sau subtropicale. Au frunze simple, întregi, stipulate, adesea suculente. Florile sunt mici, bisexuate sau unisexuate, grupate în spice sau spadix.

Genul ***Piper*** are circa 800 specii răspândite în regiuni intertropicale. Fructele sunt drupe cu o sămânță. Sămânța conține, în afară de endosperm și un perisperm puternic dezvoltat. *P. nigrum* (fig. 265) este o liană cu rădăcini de fixare. Crește în Indo-Malaezia. Fructele sale, neajunse la maturare, reprezintă „piperul negru“, iar cele mature, curățate de coajă „piperul alb”, utilizate pe scară largă drept condiment. *P. betle* (Betelul), ale cărui frunze mari, întră în alcătuirea betelului, folosit în țările orientale ca stimulent al digestiei, prin mestecarea acestuia în gură.

Genul ***Peperomia*** cuprinde circa 500 specii intertropicale. *P. incana* (Peperomia) se cultivă frecvent în spații închise ca ornamentală prin frunzele sale. Epiderma acestora este pluristratificată.

2.4. Ordinul *LACTORIDALES*

Acesta conține un gen cu o singură specie: ***Lactoris fernandeziana*** din Ins. Juan Fernandez din Oc. Pacific. Reprezintă un element relictar, care face legătura între *Laurales, Piperales* și *Aristolochiales*.

2.5. Ordinul *ARISTOLOCHIALES*

Familia *Aristolochiaceae*

Familie cu circa 400 specii, care aparțin la 6-7 genuri, răspândite peste tot în zonele calde ale globului. Sunt erbacee (în regiuni temperate) sau lemnoase (arbuști sau liane) cu frunze simple, cordiforme, nestipulate.

Florile sunt mari, solitare sau dispuse fasciculat, axilare. Perigonul este petaloid, alcătuit din 3 tepale concrescute într-un tub drept sau recurbat. Androceul este format din 6 stamine, rareori mai multe, libere sau concrescute cu stilul, alcătuind ginostemiul (ca şi la *Orchidaceae* şi *Asclepiadaceae*). Gineceul este inferior sau semiinferior, alcătuit din 4-6 carpele concrescute, cu numeroase ovule anatrope în fiecare locul. Fructul este o capsulă septicidă. Seminţele sunt triungiulare, cu embrion mic şi endosperm bogat.

$* \, P_{(3),(3+3)} A_{6-12} \overline{G_{(4-6)}}$

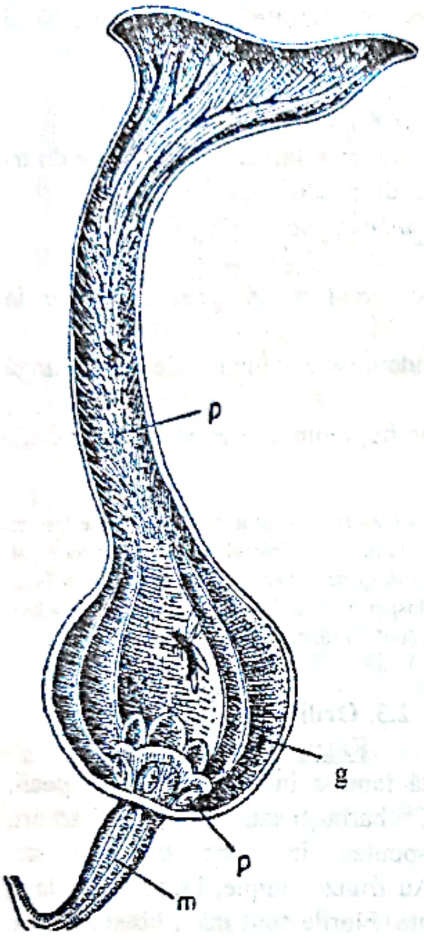


Fig. 266. Secţiune longitudinală în floarea de *Aristolochia clematitis*: P – porţiunea din tubul perigonului cu peri orientaţi spre interiorul florii; g – ginostegium; m – pedunculul florii (după Soó)

Genuri principale: *Aristolochia* şi *Asarum*.

Genul ***Aristolochia*** cuprinde 300 specii din regiunile calde şi temperate ale globului. Florile sunt zigomorfe, cu perigonul caduc şi staminele în număr de 6, unite cu stilul. *A. clematitis* (Mărul lupului, Cucurbeţică). Prezintă flori galbene cu tubul perigonului curbat şi cu adaptări interesante pentru polenizarea entomofilă (fig. 266). Tubul perigonului are 3 părţi: superioară, de alunecare; mijlocie, cu peri rigizi orientaţi în jos (sper baza tubului); inferioară-capcană. Aceasta este o floare capcană de alunecare. Insecta este atrasă de mirosul florii, pătrunde şi nu poate ieşi decât după 2-3 zile, după ce, zbătându-se, descarcă polenul din altă floare. Atunci perişorii tubului perigonului se ofilesc şi permit insectei (muştei) să iasă afară. Florile sunt proterogine, autogame sau cleistogame.

Este o specie toxică prin alcaloizii din fructul său dar şi medicinală (*Aristolochiae herba, rhizoma*, med.), frecvent întâlnită în culturi, plantaţii de pomi şi viticole şi pe marginea acestora. *A. durior* este o liană cultivată prin sere.

Genul ***Asarum*** cu specia *A. europaeum* (Pochivnic, Piperul lupului). Este o specie erbacee, frecventă în păduri de foioase. Prezintă flori roşietice-violacei actinomorfe, cu perigonul persistent. Utilizări terapeutice au rizomii, dar şi partea aeriană (*Asari herba, rhizoma*, med.).

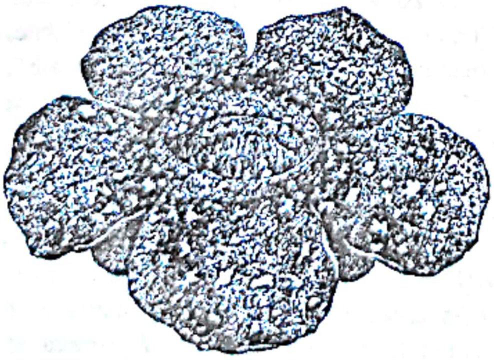
2.6. Ordinul *RAFFLESIALES*

Încadrează specii holoparazite, care n-au clorofilă, înalt specializate pe anumite plante gazdă sau pe organele acestora. Cuprinde familiile: *Hydnoraceae* şi *Rafflesiaceae*[*]

Familia *Hydnoraceae*

Familia *Hydnoraceae* încadrează 55 specii în zona tropicală (Africa şi America de Sud), parazite pe rădăcini de angiosperme.

Fig. 267. Floarea de la *Rafflesia arnoldii* (după Soó)



Familia *Rafflesiaceae*

Familie cu 8 genuri şi 55 specii, care au răspândire intertropicală. Sunt holoparazite pe rădăcini sau tulpini de angiosperme lemnoase. Aparatul vegetativ este foarte redus, totdeauna fără rădăcină. În cazuri extreme, ca la *Rafflesia*, acesta este un pseudomiceliu, nevascularizat. Florile sunt bisexuate, uneori foarte mari, solitare sau în inflorescenţe terminale.

Genul ***Rafflesia*** are 12 specii răspândite în Indo-Malaezia. *R. arnoldi*[*] este parazită pe rădăcina de *Cissus* (*Vitaceae*) şi prezintă cea mai mare floare din regnul vegetal (1m în diametru) (fig. 267), de culoare purpurie închisă, cu miros de hoit, care atrage muştele polenizatoare. Cele mai mici flori ale genului au 10 cm în diametru.

Genul ***Cytinus*** cu areal disjunct (mediteranean, sudul Africii şi Madagascar). În zona mediteraneană parazitează pe cistacee din genul *Cistus*.

---

[*] Uneori încadrată la *Polycarpicae*

[*] Planta a fost descoperită de botanistul olandez Arnold, în pădurile Ins. Sumatera.

Notă. Ordinele *Piperales* şi *Aristolochiales* precum şi *Nymphaeales*, care urmează, arată multe asemănări cu *Liliopsida* (inclusiv secvenţele din ADN) şi sunt considerate ca originare pentru derivarea monocotiledonatelor *Liliopsida*.

1.3. Subclasa *NYMPHAEIDAE*

Subclasa încadrează plante erbacee acvatice sau de mlaştină, fixate pe fundul apelor stătătoare puţin adânci (sau lin curgătoare). Nu prezintă vase (trahei) dar sunt prevăzute cu traheide. În tuburile ciuruite se află plastide de tip S.

Nu prezintă celule de secreţie de uleiuri eterice caracteristice şi nici substanţe biologic active, ca neolignane sau alcaloizi benzilizochinolinici. Prezintă, în schimb, tuburi laticifere şi sesquiterpenalcaloizi, dar şi elagitaninul şi galotaninul.

Sistematica. Subclasa se divide în două ordine: *Nymphaeales* şi *Ceratophyllales*.

3.1. Ordinul *NYMPHAEALES*

Acest ordin cuprinde plante cu frunze foarte mari, întregi, până la 2 m în diametru se află la *Victoria amazonica* (*V. regia*) din ţinutul Amazonului. Florile sunt mari, bisexuate, primar pleiomere, carpelele cu numeroase ovule pe o placentaţie laminală. Polenul 1-aperturat (ca la monocotiledonate) sau neaperturat. Granulele de polen monosulcate fosile (din Cretacicul Superior), care seamănă cu al *Nymphaeaceae*- lor şi *Cabombaceae*- lor actuale, dovedeşte originea lor din dicotiledonate primitive, dar nu arată şi timpul provenienţei.

Se susţine că *Nymphaeales* actuale sunt urmaşele unui grup primitiv de dicotiledonate, care ulterior s-au readaptat mediului acvatic şi au devenit erbacee în primele etape ale evoluţiei angiospermelor.

Familii: *Cabombaceae* şi *Nymphaeaceae*.

Familia *Cabombaceae*

Familie mică, cu două genuri: ***Cabomba*** cu 6 specii în America intertropicală şi subtropicală şi ***Brasenia*** cu o specie, cu areal disjunct tropical.

La genul *Cabomba* florile sunt ternare cu carpelele libere (fig. 268). *C. caroliniana* se află şi în apele de la staţiunea 1 Mai Oradea.

$$* \, K_3C_3A_{18\text{-}3}G_{18\text{-}3}$$

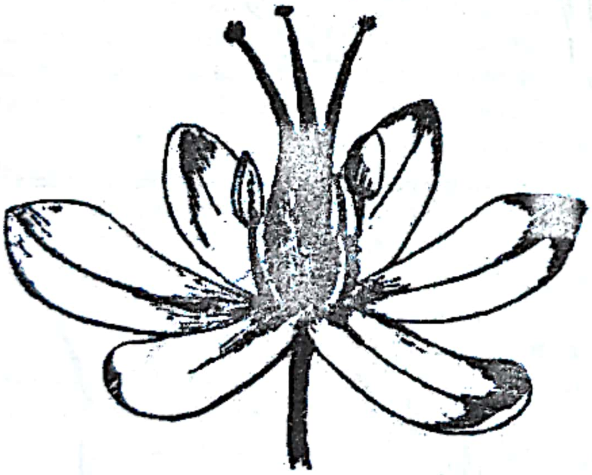


Fig. 268. Floarea de la *Cabomba sp.* (după Soó)

Familia *Nymphaeaceae*

Această familie încadrează 70 de specii. Prezintă frunze întregi, cu peţiol lung şi limbul natant, cu nervuri care pornesc din mijlocul limbului.

$$* \, K_{4\text{-}5}C_{\infty\text{-}6}A_{\infty\text{-}6}G_{\underline{\infty\text{-}3}}$$

Florile sunt mari, solitare, bisexuate, actinomorfe, hemiciclice. Periantul este diferenţiat în caliciu şi corolă. Staminele sunt numeroase, petaloide. Carpelele 8 sau mai multe, ovar superior sau inferior. Acestea sunt înconjurate de o manta de ţesut al receptaculului, care la fructele mature de ***Nuphar luteum*** se desprinde, însă, de carpele. Acest fenomen este numit coenocarpie falsă.

Nymphaea alba (Nufărul alb), (fig. 269). Corola albă se poate deriva, prin tranziţii succesive, din staminele numeroase (fig. 273-8), dispuse spiralat, ca şi carpelele (floare hemiciclică). Periantul primar formează caliciul verde, iar la ***Nuphar luteum*** (Nufărul galben) periantul primar este galben-luminos şi reprezintă caliciul, iar corola este reprezentată prin cornete nectarifere neînsemnate.

Nymphaea lotus (Lotusul egiptean) se află în bălţile Nilului. *N. l.* var. *termalis* (Dreţe, Floare de tău) creşte spontan numai în România în lacul şi pârâul Peţea de la staţiunea 1 Mai-Oradea.

Victoria regia (Nufărul de Amazon) se cultivă în serele unor grădini botanice universitare.

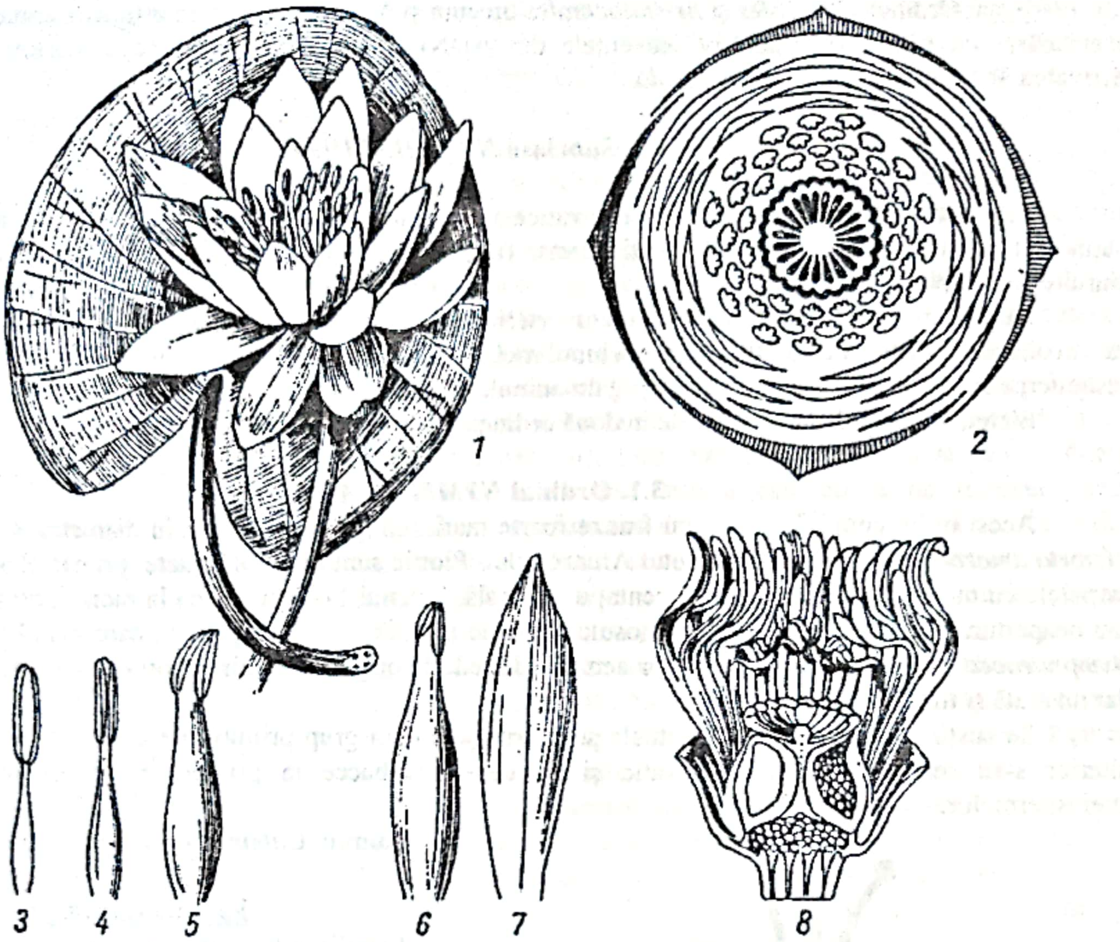


Fig. 269. *Nymphaea alba*: 1 – frunză şi floare; 2 – diagrama florală; 3-7- transformarea treptată a staminelor în petale; 8 – secţiune longitudinală în floarea fără înveliş floral (după Soó)

3.2. Ordinul *CERATOPHYLLALES*

Familia *Ceratophyllaceae*

Familia încadrează plante acvatice submerse, cu frunze verticilate, dichotomic sectate, cu segmente înguste. Nu prezintă rădăcini. Reprezentanţi: ***Ceratophyllum submersum*** (Cosor), ***C. demersum*** (fig. 270).

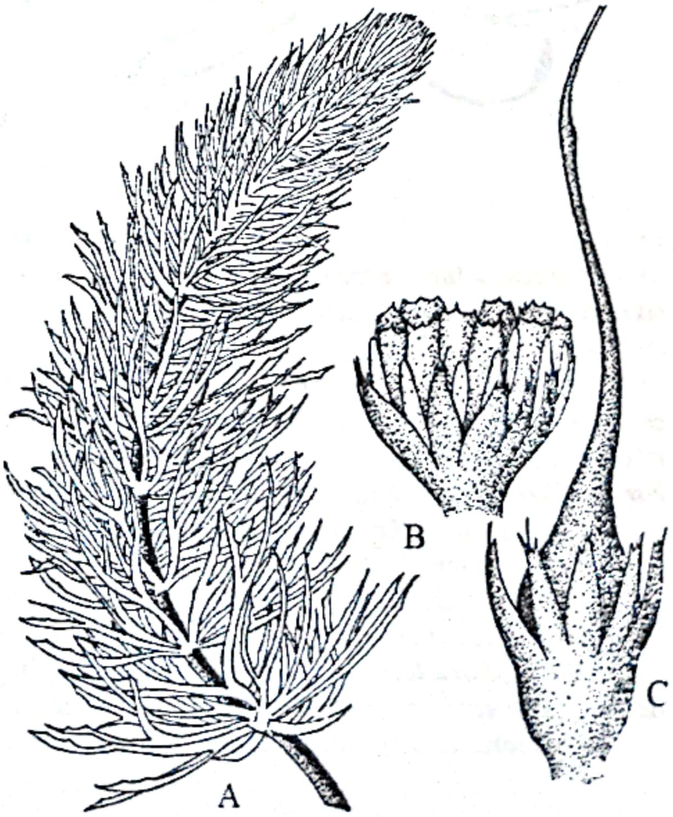


Fig. 270. *Ceratophyllum demersum*: A – lăstar cu frunze verticilate profund divizate; B – floarea feminină; c – fructul lung rostrat (după Soó)

3.2. Clasa *ROSOPSIDA* (*Dicotyledonetae* p.p. = *EUDICOTS*)
-Dicotiledonate autentice

Forme de viaţă foarte variate: lemnoase de toate felurile, dar şi erbacee perene (caracter plesiomorf) însă şi anuale (caracter apomorf).

În domeniul vegetativ sunt asemănătoare cu *Magnoliopsida* s. str. Se deosebesc, totuşi, prin frunzele lor, cel mai adesea compuse, prevăzute cu stipule (frunze secundare), perechi şi neconcrescute între ele, dar adesea concrescute cu peţiolul frunzei.

Florile sunt aproape totdeauna ciclice şi de cele mai multe ori formate din 5 (-4) elemente componente.

Periantul, de regulă generală, este diferenţiat în caliciu şi corolă. Poliandria este primară din 1-2 verticile de stamine, dar se poate întâlni şi o poliandrie secundară. La *Rosopsida* (în comparaţie cu *Magnoliopsida*) staminele sunt clar diferenţiate în filament şi antere. Pereţii tetradelor de microspori se formează, preponderent, simultan, iar grăunciorii de polen sunt primar tricolpaţi (trisulcaţi), cu trei brazde (aperturi) ecuatoriale sau tipuri derivate de la aceştia.

În flori, adesea, se află nectarii sub formă discoidală. Carpelele sunt libere între ele sau, mult mai frecvent, mai mult sau mai puţin concrescute (gineceu coenocarp). Ovulele au 2-1 integumente şi pot fi atât crasinucelate cât şi tenuinucelate. Endospermul se formează atât ca tip nuclear dar şi celular (însă niciodată tipic helobial). Faţă de *Magnoliopsida*, embrionii sunt adesea relativ mari în raport cu endospermul.

Plastidele tuburilor ciuruite sunt de tip S (tipul P se află mai rar, la *Caryophyllales*, *Vitales* şi la multe *Fabales*).

În celule, frecvent se află druze de oxalat de Ca. Larg răspândite sunt substanţele secundar bioactive, ca leucodelfinina, miricetina, elagitanine şi galotanine, triterpensaponine ş.a.

Faţă de *Magnoliopsida* (dicotiledonate iniţiale) mai primitive, cu polen monosulcat, Rosopsidele reprezintă dicotiledonatele mai înalt evoluate şi considerate ca dicotiledonate autentice cu polen tricolpat. La acestea se întâlnesc numeroase caractere mai progresive, deci apomorfe şi adesea mai puternic fixate, în raport cu plesiomorfele *Magnoliopsida*.

Cel mai pregnant caracter de separare între *Magnoliopsida* şi *Rosopsida* îl reprezintă trecerea de la grăuncioarele de polen monosulcate la cele tricolpate. Alte caractere derivate, de superioritate ale Rosopsidelor, se referă la construcţia florii, prin dispoziţia ciclică a componentelor acesteia, poliandria primară, sinteza de substanţe secundar bioactive pe alte căi metabolice, de la alţi compuşi iniţiali.

Rsopsidele sunt circa 180.000 specii grupate în peste 300 familii şi reprezintă aproximativ 75% din biodiversitatea angiospermelor.

Prin luarea în considerare a tuturor acestor caractere, inclusiv cercetările moleculare (secvenţele ADN), clasa *Rosopsida* se poate împărţi în 5 subclase, diferit cuprinzătoare, dar legate prin autentice caractere de înrudire.

La baza lor sunt aşezate *Ranunculidae*- le şi o grupă de supraordine bazale izolate (subclasă). La aceste două subclase bazale abia începe să se diferenţieze o corolă autentică, cu petale libere, cum aceasta devine carecteristică la numeroase *Caryophyllydae* s. lat. şi în special la *Rosidae* s. lat.

În subclasa *Rosidae* s. lat. sunt încadrate şi *Hamamelidae*- le (eterogene şi polifiletice, cu construcţia florii simplificată secundar) şi *Dileniidae*- le, cu androceu sporit centripetal (poliandrie secundară). La capătul de sus al *Rosopsidae*- lor stau dezvoltatele *Asteridae* s. lat., cu corola simpetală şi număr mic de ovule în ovare.

Sistematica. Clasa *Rosopsida* cuprinde următoarele subclase: *Ranunculidae*, diverse supraordine izolate, *Caryophyllidae*, *Rosidae* s. lat., *Asteridae* s. lat.

2.1. Subclasa *RANUNCULIDAE*

Prin caracterele aparatului vegetativ şi reproducător, această subclasă este înrudită cu *Magnoliidae* –le din cl. *Magnoliopsida*.

Sunt plante slab lemnoase până la erbacee perene şi mai rar anuale, cu substanţe bioactive de natura alcaloizilor benzilizochinolinici diverşi.

În tuburile ciuruite se află plastidele de tip S (primitive).

Florile prezintă, cel mai adesea, multe componente, dispuse spiralat până la ciclic, de cele mai multe ori cu carpele numeroase şi libere între ele. Pe baza gineceului policarpelar choricarp, *Magnoliidae*- le şi *Ranunculidae*- le, în sistemele anterioare, au fost cuprinse, împreună, în grupa *Polycarpicae*.

Ranunculidae- le se deosebesc de *Magnoliidae* prin unele caractere, cum ar fi: trofofilele (frunzele) adesea variat divizate (mai rar întregi), lipsa celulelor secretoare de uleiuri eterice, frecventa transformare a petalelor în cornete nectarifere, poliandrie primară şi grăunciorii de polen totdeauna tricolpaţi (sau derivaţi ai acestora).

Ranunculidae- le cuprind circa 3.500 specii, grupate în 11 familii. În opoziţie cu *Magnoliidae*-le, centrul lor de răspândire geografică s-a deplasat de la tropice la zonele temperate şi în munţi.

Sistematica. Subclasa *Ranunculidae* cuprinde două supraordine: *Ranunculanae* şi *Nelumbonanae*.

1.1. Supraordinul *RANUNCULANAE*

Încadrează două ordine: *Ranunculales* şi *Papaverales*.

1.1. Ordinul *RANUNCULALES*

Cu două familii: *Ranunculaceae* şi *Berberidaceae*.

Familia *Ranunculaceae*

Familie mare, cu circa 2200 specii, răspândite în zone extratropicale nordice. Formele biologice predominante sunt cele erbacee perene, urmate de cele anuale (*Ranunculus arvensis, Myosurus minimus*) şi mai rar plante lemnoase sub formă de liană cu frunze opuse (*Clematis vitalba*).

Frunzele sunt divizate sau compuse şi dispuse altern, rareori opus.

Florile sunt bisexuate, adesea viu colorate, care poartă pe receptaculul globulos (rareori alungit la fructificare ca la *Ranunculus sceleratus, Myosurus minimus* ş.a.) mai multe stamine (poliandrie primară) şi un gineceu policarpelar choricarp (rareori redus la o singură carpelă la *Consolida sp.*)

La cele mai numeroase *Ranunculaceae*, florile sunt radiar simetrice (actinomorfe) (fig. 271 A, B, D, E) şi devin zigomorfe (dorsi-ventrale) la puţine genuri ca *Aconitum* (fig. 271-C), *Delphinium, Consolida*. Elementele componente ale florii sunt dispuse spiralat sau, la cele derivate, verticilat, cu 5, 3 sau 2 elemente. Uneori se întâlnesc şi flori hemiciclice, când periantul (diferenţiat în caliciu şi corolă) este dispus ciclic, iar androceul şi gineceul, spirociclic (ca la *Ranunculus*).

Periantul este iniţial un perigon, ca la *Caltha, Anemone nemorosa* (Floarea vântului) sau la *Pulsatilla* (Dediţei). Elementele periantului pot fi legate prin tranziţii cu trofofilele şi bracteile, ca la *Trollius, Helleborus* şi în parte la *Eranthis hyemalis,* sau cu staminele ca la *Hepatica nobilis*.

Din stamine s-au format adesea cornete nectarifere (frunze nectarifere) care adăpostesc nectarul în cavităţi sau în pinteni ai periantului (la *Trollius, Helleborus*). Alteori, nectarul se află la baza petalelor, care au provenit din transformarea cornetelor nectarifere (ca la *Ranunculus, Aquilegia*). La *Adonis* nu se mai formează deloc nectar.

Prin aceste transformări în floare se ajunge la formarea periantului dublu, alcătuit din caliciu şi corolă. Tepalele perigonului iniţial preiau funcţia sepalelor, iar cornetele nectarifere devin petale (ca la *Ranunculus*).

Deci, formarea şi diferenţierea periantului ranunculaceelor se poate imagina ca provenind din bractei (când acestea dau naştere la perigon sau caliciu) sau din frunzele de nectar (cornete nectarifere) ori stamine, care se diferenţiază în corolă.

Fructele dehiscente cu mai multe seminţe (polifoliculele sau foliculele) sunt considerate primare, iar nuculele indehiscente şi cu o sământă, derivate. Acestea sunt adaptate pentru răspândirea prin intermediul vântului (ca la *Clematis, Pulsatilla*), când sunt prevăzute cu stiluri persistente alungite şi abundent păroase; prin animale (ca la *Ranunculus arvensis*) când stilele lor sunt încovoiate la capete şi se prind de blana animalelor; prin apă când devin uşoare datorită ţesuturilor de plutire pe care le au (specii acvatice de *Ranunculus*).

Familie eterogenă, mare, cu caractere atât plesiomorfe cât şi apomorfe, se divide în două subfamilii: *Helleboroideae* şi *Ranunculoideae*.

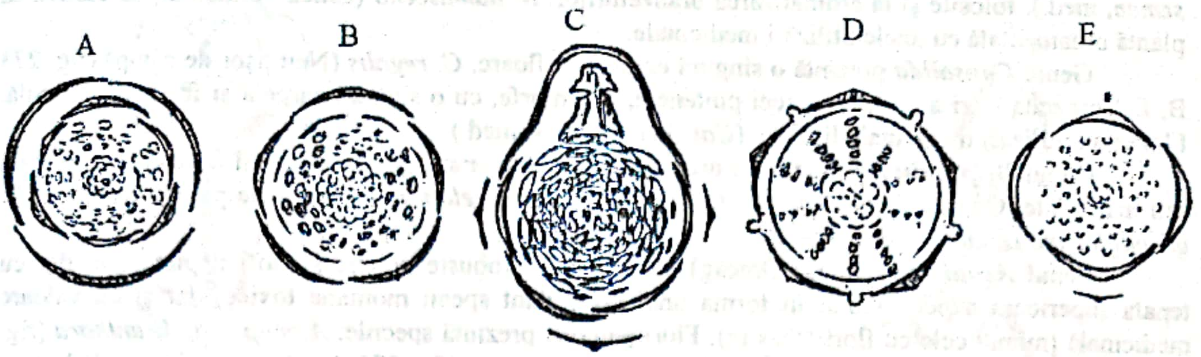


Fig. 271. Diagrama florală la *Ranunculaceae*: A – *Anemone nemorosa* (liniile în androceu desemnează rândul cinci și opt de stamine); B – *Adonis autumnalis*; C – *Aconitum napellus*; D – *Aquilegia vulgaris*; E – *Cimicifuga racemosa* (după Eichler din Firbas)

Subfamilia *Helleboroideae*

Plante erbacee cu flori actinomorfe, dar și zigomorfe. Carpelele conțin mai mult de un ovul, iar fructele sunt dehiscente (polifolicule) mai rar bace.

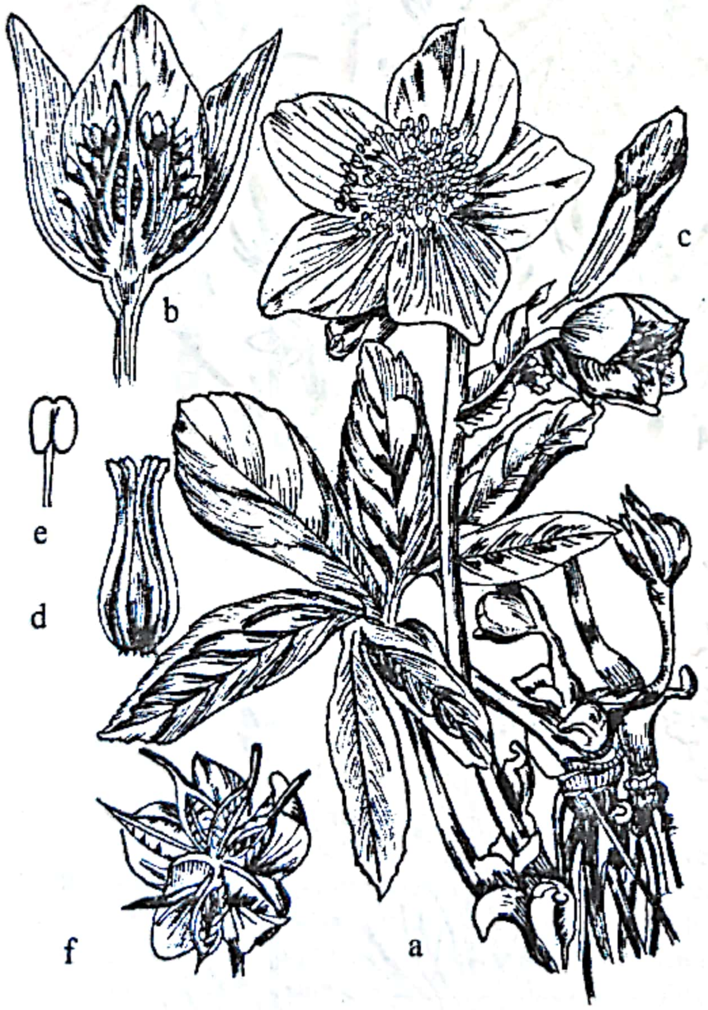


Fig. 272. *Helleborus niger*: a – aspect general al plantei; b – secțiune longitudinală în floare; c – cornet nectarifer; d – gineceu choricarpelar; e – o stamină; f – fructele polifolicule (după Emberger)

Genul ***Helleborus*** încadrează specii perene cu rizom și rădăcini adventive. *H. odorus* (Spânzul, Bojoțelul, Cutcurigul) este cea mai comună specie, întâlnită prin păduri de foioase, margini și luminișuri de pădure. Are valoare fitofarmaceutică prin rizomii și rădăcinile sale adventive (*Hellebori rhizoma cum radix*, med.); *H. purpurascens* crește în regiunea de dealuri și submontană. În România din extractul total de la cele două specii s-a preparat Boicilul forte. *H. niger* (fig. 272).

Genul ***Aquilegia*** a cărui specie *A. vulgaris* (Căldărușa) (fig. 273-A) este cultivată pentru ornament prin florile sale variat colorate, la care toate tepalele sunt pintenate. Sunt si speccii spontane.

Genul ***Caltha.*** *Caltha palustris* (Calcea calului) are flori mari, galbene, nepintenate și frunze mari, cordiforme. Este specie toxică pentru erbivorele tinere, mai ales primăvara devreme.

Genul ***Trollius*** este reprezentat în România prin specia *T. europaeus* (Bulbuci de munte) (fig. 274), care este o plantă robustă cu flori galbene. Crește în pajiști montane și subalpine și este ocrotită ca Monument al naturii.

Genul ***Nigella*** se caracterizează prin frunze penat divizate, cu segmente foarte înguste. Florile sunt involucrate și prezintă carpelele concrescute, pe cel puțin jumătate din lungimea lor. Fructul este o capsulă. Singura specie spontană este *N. arvensis* (Negrușcă), buruiană segetală și ruderală în regiunea de câmpie și coline. *N. sativa* (Negrilică, Chimen negru) se cultivă pentru semințele sale cu utilizări medicinale (*Nigellae Melanthi* *semen*, med.), folosite şi la aromatizarea brânzeturilor. *N. damascena* (Chica voinicului) se cultivă ca plantă ornamentală cu unele utilizări medicinale.

Genul ***Consolida*** prezintă o singură carpelă în floare. *C. regalis* (Nemţişor de câmp) (fig. 273 B, B') prezintă flori albastre-violacei pintenate, zigomorfe, cu o singură carpelă şi fructul o foliculă. Florile au utilizări medicinale limitate (*Calcatrippae flos*, med.).

Genul ***Delphinium*** prezintă, de asemenea, flori pintenate, dar carpelele şi foliculele sunt două sau mai multe. Ca specii spontane: *D. fissum* (fig. 275), *D. elatum*, iar cultivate pentru ornament *D. grandiflorum, D. cultorum*.

Genul ***Aconitum*** (Omag, Omeag) cu 10 specii robuste perene şi flori nepintenate, dar cu tepala superioară a perigonului în forma unui coif. Sunt specii montane toxice, dar şi cu valoare medicinală (numai cele cu flori albastre). Flori galbene prezintă speciile: *A. vulparia, A. anthora* (fig. 276-B). Flori albastre au speciile: *A. moldavicum, A. tauricum* (fig. 276-A), *A. paniculatum*, de la care se colectează tuberii, în timpul înfloritului, care sunt toxici dar şi cu valoare medicinală (*Aconiti tuber*, off.).

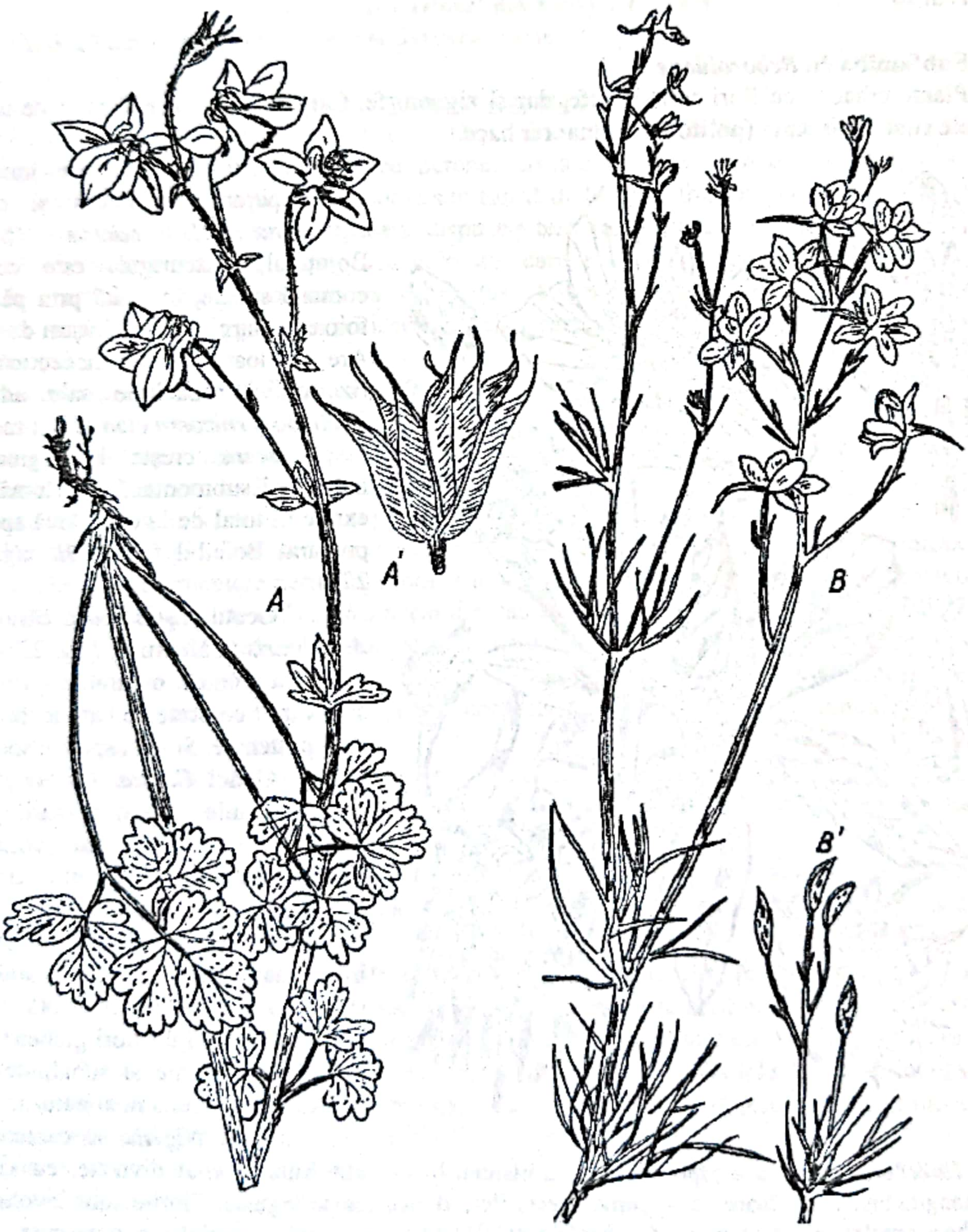


Fig. 273. *Ranunculaceae*: A – *Aquilegia vulgaris*; A' – fructul polifoliculă; B – *Consolida regalis*; B' – fructul foliculă (după Flora R.P.R.)

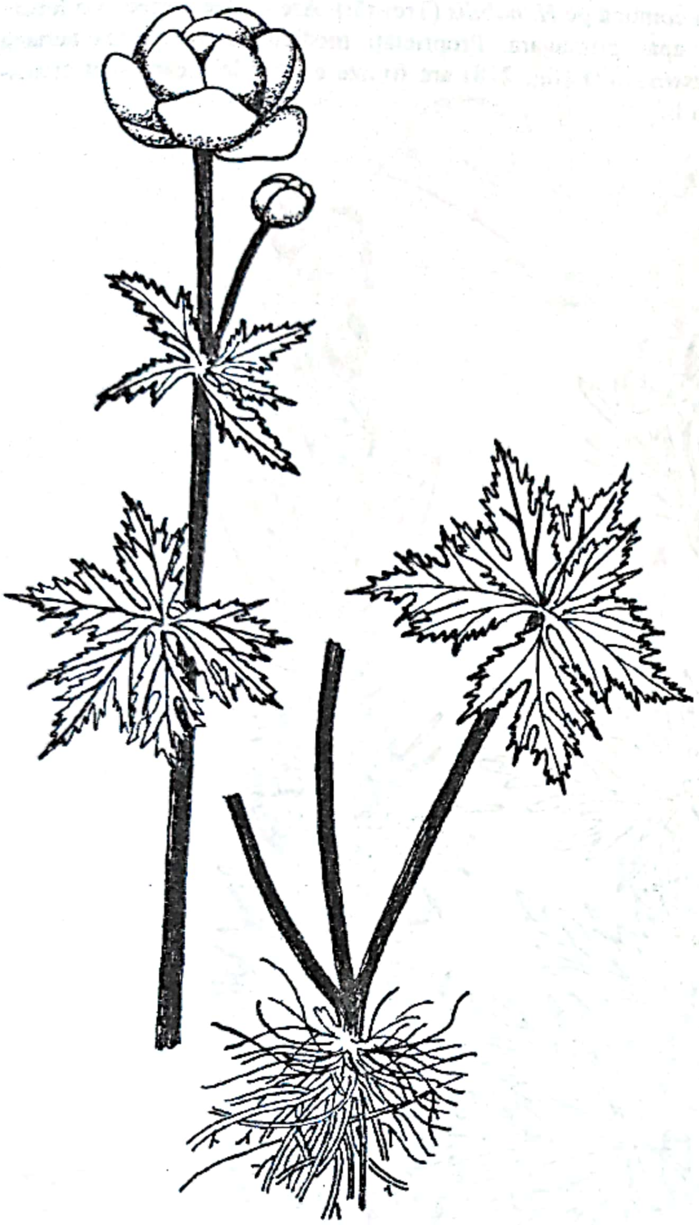


Fig. 274. *Trollius europaeus* – aspect general al plantei (după Flora R.P.R.)

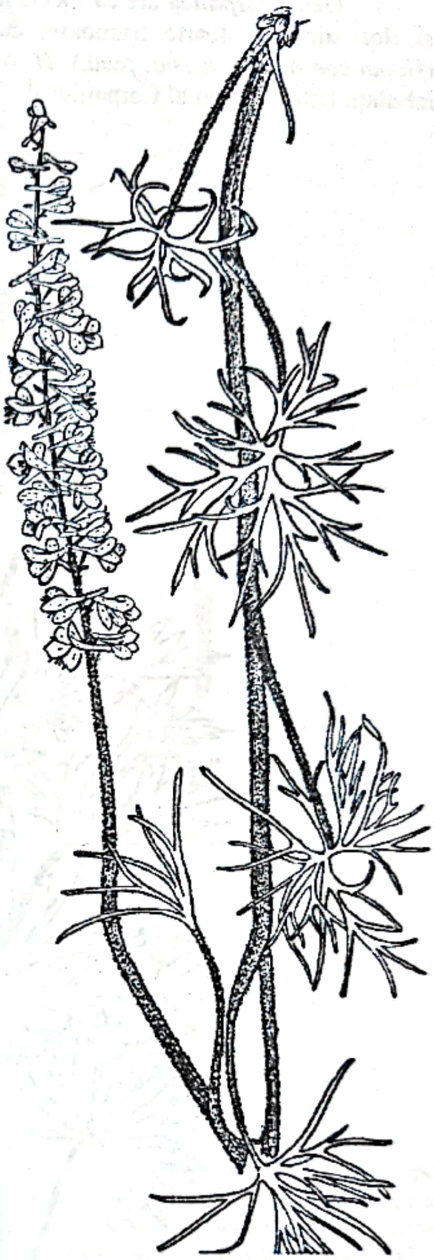


Fig. 275. *Delphinium fissum* – aspect general al plantei (după Flora R.P.R.)

Subfamilia *Ranunculoideae*

Subfamilia încadrează plante erbacee perene, rareori anuale sau lemnoase (*Clematis vitalba*). Carpelele conțin un singur ovul, iar fructele sunt indehiscente: polinucule sau bace.

Genul ***Ranunculus*** (Piciorul cocoșului) cuprinde mai multe specii erbacee, răspândite de la câmpie până în etajul alpin. Florile sunt actinomorfe hemiciclice. *R. repens* (Floare de leac) (fig. 277) este abundentă și comună în locuri mlăștinoase. *R. ficaria* (Grâușor, Untișor) este specie vernală, silvicolă, foarte comună și abundentă. *R. arvensis* (Cornicei) este buruiană segetală, anuală, cu fructe spinoase. Speciile de *Ranunculus* sunt toxice, iar printre acestea se remarcă *R. sceleratus* (Boglari).

$* \, K_5C_5A_{\infty}G_{\infty}$

Genul ***Adonis*** încadrează două specii frecvente: *A. vernalis* (Ruscuța de primăvară), care are flori galbene și se află în margini și luminișuri de pădure de cvercinee. Are și utilizări medicinale (*Adonis herba*, med.). *A. aestivalis* (Ruscuța de vară) are flori roșietice și este frecventă ca buruiană, mai ales în culturi de păioase.

Genul ***Hepatica*** are ca specie mai comună pe *H. nobilis* (Trei-răi). Are frunze perfect 3-5 lobate şi flori albastre, foarte frumoase, care apar primăvara. Proprietăţi medicinale are partea aeriană (*Hepaticae nobilis herba*, med.). *H. transsilvanica* (fig. 278) are frunze cu trei lobi care sunt crenat-lobulaţi. Este endemit al Carpaţilor de S şi E.

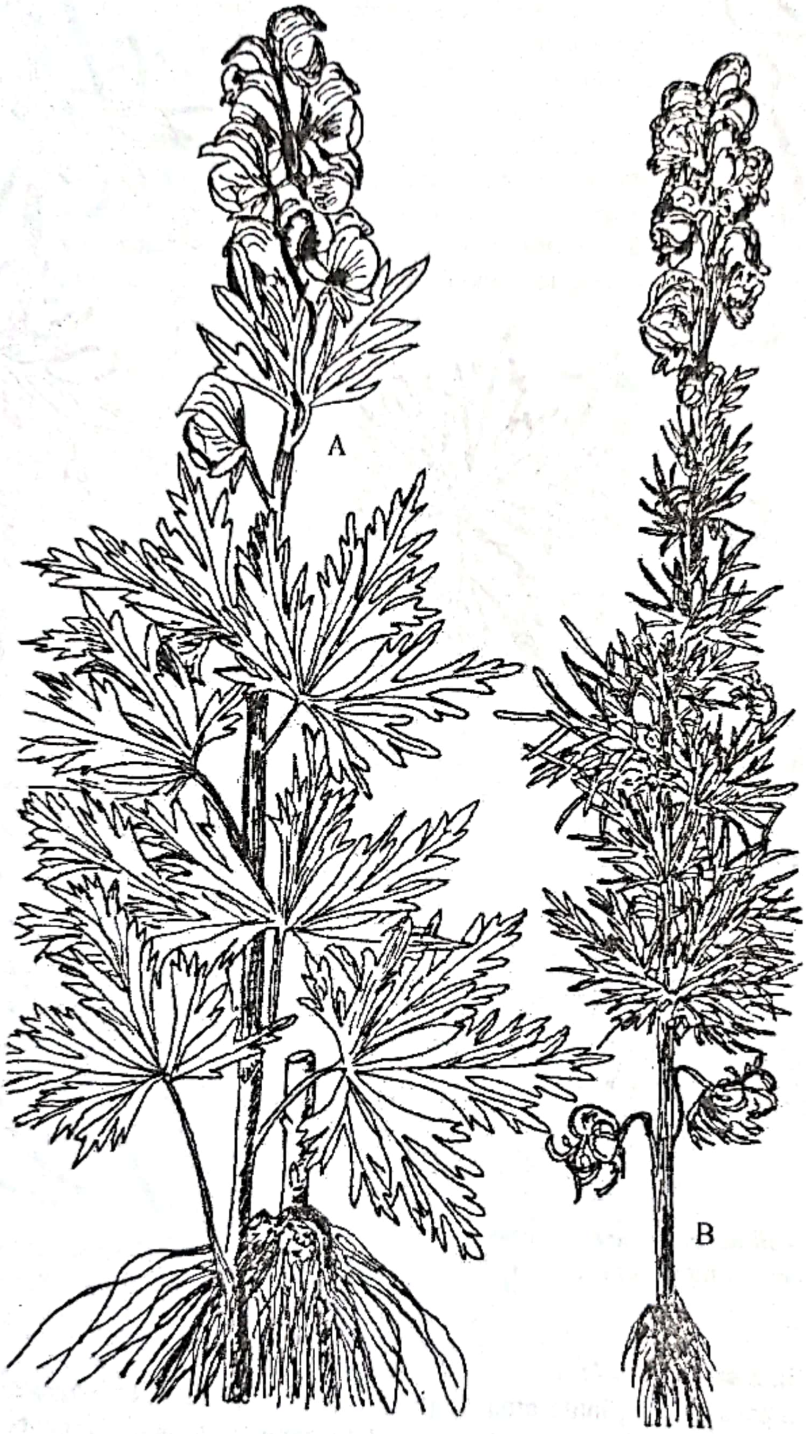


Fig. 276. *Ranunculaceae* : A – *Aconitum tauricum*; B - *A. anthora* (după Flora R.P.R.)

Genul ***Pulsatilla*** prezintă flori mari, albastre-liliachii, în formă de clopot. Stilodiile carpelelor se alungesc mult la fructificare, sunt păroase şi se păstrează pe fruct. *P. montana* (Dediţei, Sisinei de munte), *P. grandis* ş.a. sunt întâlnite în pajişti, locuri stâncoase de la munte. Partea aeriană are utilizări medicinale (*Pulsatillae herba*, med.).

Genul ***Thalictrum*** (Rutişor) încadrează câteva specii spontane: *Th. aquilegiifolium* este frecvent în rarişti şi luminişuri de pădure de la cîmpie până la munte. *Th. minus* este o specie frecventă şi variabilă în ce priveşte forma şi dimensiunile segmentelor frunzelor. Are valoare medicinală, dar este insuficient cercetată.

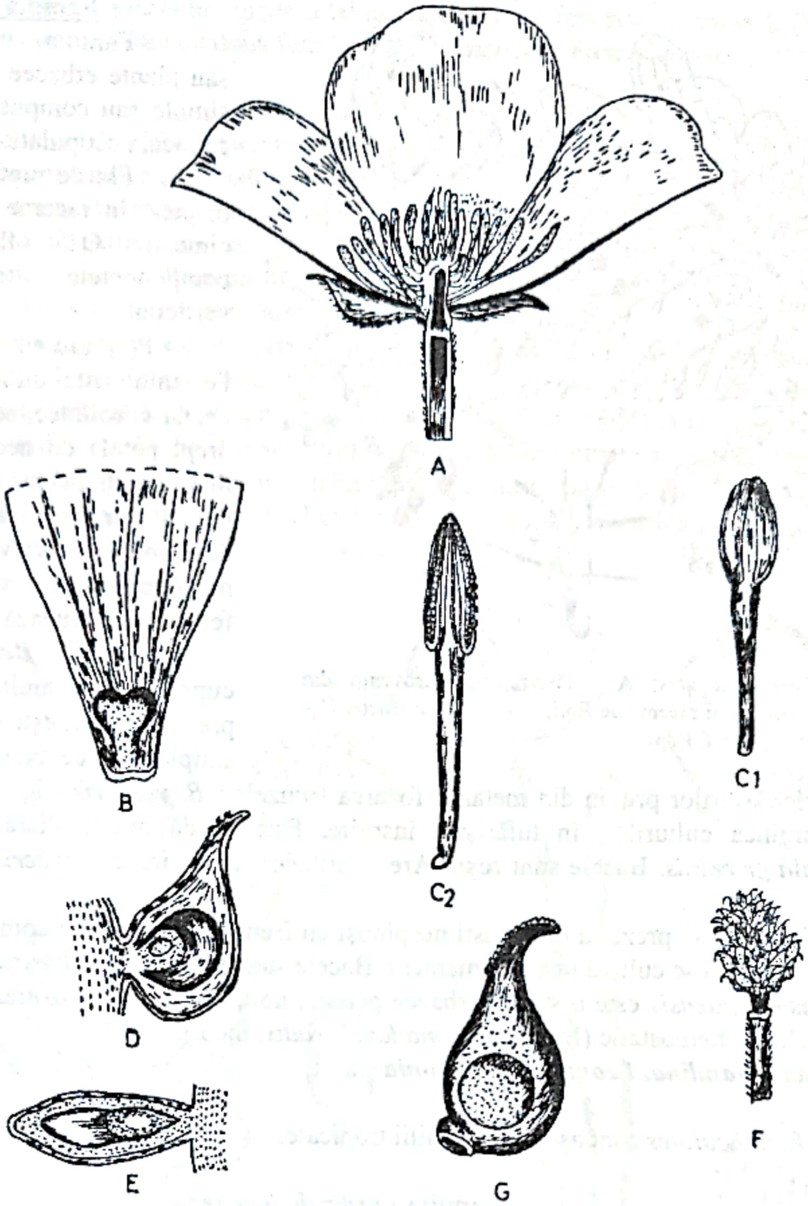


Fig. 277. *Ranunculus repens*: A – secţiune longitudinală în floarea cu două sepale păroase, 3 petale, cu numeroase carpele libere înconjurate de stamine numeroase dispuse spiralat: B – o petală în detaliu, la bază, pe suprafaţa ventrală, cu o glandă nectariferă; C_1-C_2 – stamină cu antera nedeschisă şi deschisă; D – carpela în secţiune longitudinală cu un singur ovul anatrop; E – secţiune transversală în carpelă cu ovulul cu placentaţie bazală; F – polinuculele dispuse pe un receptacul alungit; G – o nuculă matură cu stigmatul persistent transformat în rostru (după Hickey et King)

Genul ***Anemone*** are două specii frecvente: *A. ranunculoides* (Păştiţa) şi *A. nemorosa* (Floarea paştelui, Floarea vântului) cu flori galbene şi respectiv albe-violacei. Sunt specii vernale, silvicole.

Genul ***Clematis***. Specia cea mai comună, *C. vitalba* (Curpenul de pădure) este o liană de până la 15 m lungime, cu frunze trisectate şi flori albe. Polinuculele sunt însoţite de stilodiile persistente, păroase, cu rol în diseminare. Specii erbacei perene, derivate din cele lemnoase: *C. recta, C. integrifolia*. Se află în tufărişuri, margini de pădure etc.

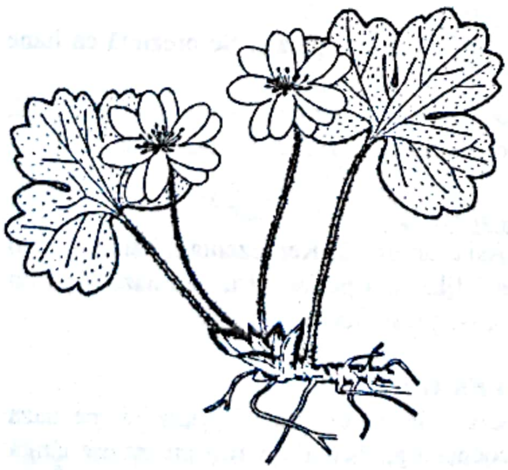


Fig. 278. *Hepatica transsilvanica* – aspect general al plantei (după Flora R.P.R.)

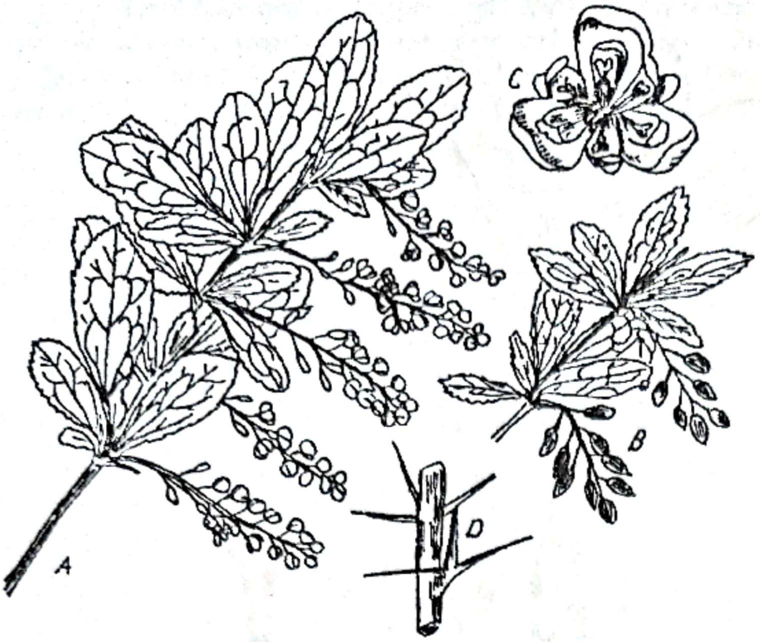


Fig. 279. *Berberis vulgaris*: A – lăstar, spini proveniţi din metamorfozarea frunzelor şi raceme de flori; B – lăstar cu fructe; C – floarea văzută de sus (după I. Pop)

Familia *Berberidaceae*

Familia încadrează abuşti sau plante erbacee perene, cu frunze simple sau compuse, persistente sau caduce, nestipulate.

Florile sunt mici, numeroase, dispuse în raceme sau fascicule de cime. O floare prezintă componentele trimere dispuse verticilat.

$* P_{3+3}$ sau $* K_{3+3}C_{3+3}A_{3+3}G_{\underline{1}}$

Periantul este dublu, cu frunze de nectar corolinice, acestea interpretate drept petale cu nectarii la baza lor. Stamine distincte, pe două verticile de câte trei, cu antere introrse şi deschidere valvată. Gineceul monocarpelar superior, după fertilizare formează fructul bacă.

Genul ***Berberis*** (Dracila) cuprinde mai multe specii, care se prezintă ca arbuşti spinoşi, cu frunze simple, caduce, cu margine spinoasă. Spinii de pe axele lăstarilor provin din metamorfozarea frunzelor. *B. vulgaris* (fig. 279) se întâlneşte sporadic pe marginea culturilor, în tufărişuri însorite. Este gazdă intermediară pentru ciuperca heteroică *Puccinia graminis*. Bacele sunt roşii. Are şi utilizări medicinale (*Berberis fructus, radicis, cortex*, med.).

Genul ***Mahonia*** se prezintă ca arbusti nespinoşi cu frunze imparipenate compuse, persistente. *M. aquifolium* (Mahonie) se cultivă pentru ornament. Bacele sunt negricioase albăstrui.

Hydrastis *canadensis* este o specie erbacee perenă, nord-americană. Rizomul şi rădăcinile au utilizări medicinale, ca hemostatic (*Hydrastis canadansis radix*, med.).

Alte genuri: ***Nandina, Leontice, Jeffersonia*** ş.a.

La baza *Ranunculales* sunt aşezate 3 familii tropicale.

Familia *Lardizabalaceae*

Familie mică, disjunctă, cu 20 de specii răspândite în Chile, Himalaia şi Asia Orientală. Se prezintă ca liane, rareori arbuşti, cu frunze penate nestipulate. Florile sunt unisexuate monoice sau dioice. Fructele sunt folicule dehiscente. Embrionul este mic, iar albumenul voluminos.

Genuri: ***Lardizabala*** (în Chile) şi ***Akebia*** (în Asia Orientală).

Familia *Menispermaceae*

Familie cu 400 specii grupate în 70 genuri, răspândite în zone tropicale. Se prezintă ca liane sau arbuşti.

Genuri: ***Menispermum*** cu 2 specii în Asia Centrală şi Orientală, America de Nord; ***Jatrorrhiza,*** în Africa tropicală; ***Chondrodendron*** în America de Sud; ***Anamirta*** în Indonezia.

Familia *Eupteleaceae*

Încadrează un singur gen, ***Euptelea***, cu 5 specii în Asia Orientală. Reprezentanţii sunt arbuşti cu frunze simple, alterne, nestipulate. Florile sunt mici, anemofile, fără periant, fruct samară. Aparţin tot la această grupă şi nu la *Hamamelidae* (*Amentiferae*), cum s-a presupus mai înainte.

1.2. Ordinul *PAPAVERALES*

Mai înainte au fost aşezate, împreună cu *Brassicaceae*- le, în ordinul *Capparales*, pe baza verticilelor de sepale şi petale câte 2 (-3) şi a gineceului coenocarp. Actualmente sunt tratate lângă *Ranunculales*, datorită androceului parţial poliandric şi a alcaloizilor benzilisochinolinici (de exemplu opiul, obţinut din uscarea latexului extras din capsulele imature, din care se extrag alcaloizii morfina, papaverina ş.a.). *Brassicaceae*- le, lipsite total de alcaloizi, au fost scoase din ord. *Papaverales*, încât acesta din urmă a rămas numai cu două familii: *Papaveraceae* şi *Fumariaceae*.

Familia *Papaveraceae*

Cuprinde în jur de 250 de specii cu circa 30 genuri, răspândite peste tot în Emisfera Temperată de nord, rareori în zone calde şi Emisfera de Sud.

Acestea sunt, de regulă generală, plante erbacee, perene sau unianuale, rareori arbuşti (*Bocconia arborea* din America Centrală). Toate organele conţin tuburi laticifere în care se află latex de culoare albă sau, uneori, galben-portocaliu.

Frunzele sunt simple sau compuse, dispuse altern, nestipulate.

Florile sunt actinomorfe, cu periant dublu: caliciul din 2 (3 sau 4) sepale libere, de timpuriu caduce; corola din 4 petale (pe două verticile), raeori mai multe, egale, răsucite sau încreţite în mugure, cu origine staminală. Androceul este format din numeroase până la 2 carpele concrescute, cu ovar superior (numai la *Eschscholtzia* se manifestă tendinţa de formare a ovarului inferior). Placentaţia este parietală. Fructul este o capsulă dehiscentă cu numeroase seminţe. Seminţele posedă un endosoerm bogat, oleaginos, iar embrionul este mic, cu două sau un cotiledon.

$$* K_{2(-3-4)}C_{2+2}A_{\infty}G_{(\infty-2)}$$

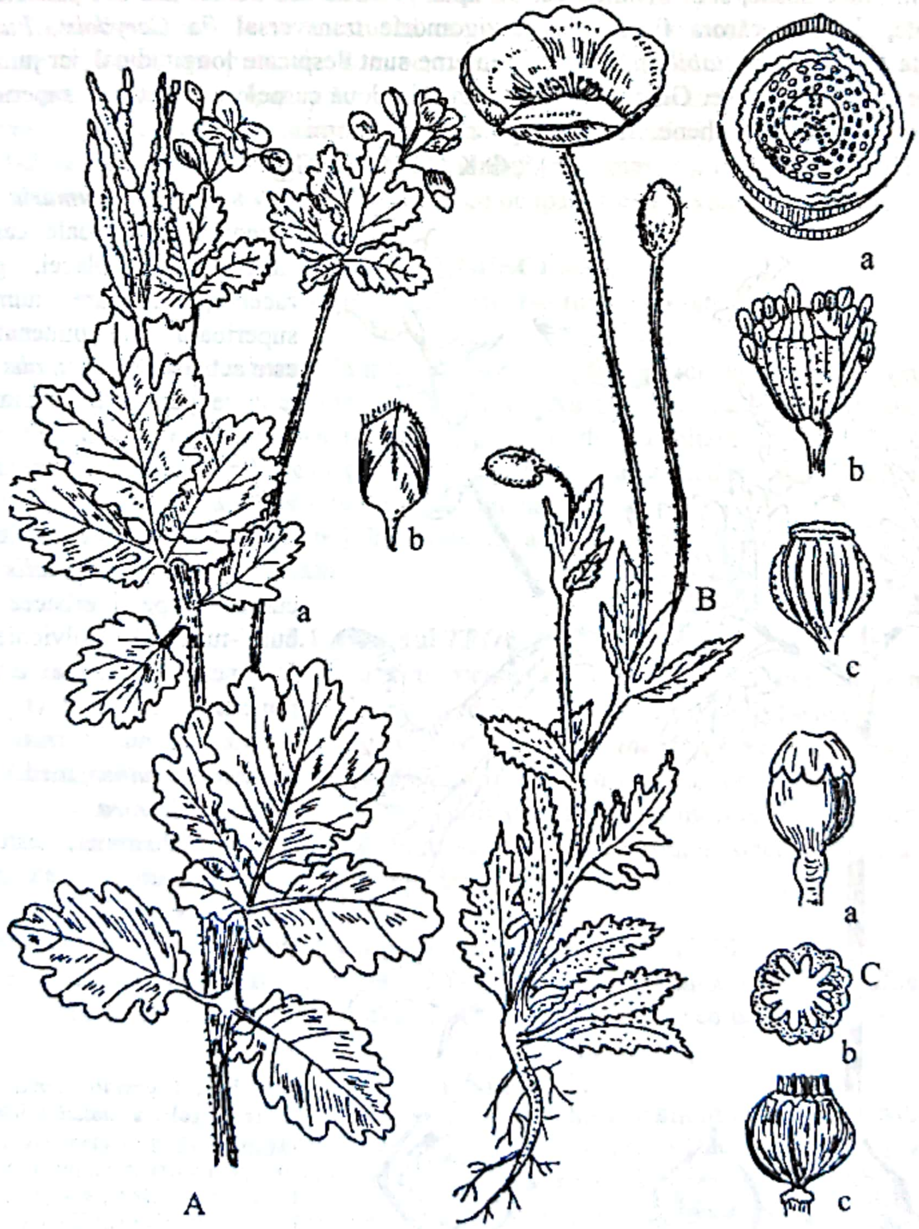


Fig. 280. *Papaveraceae*: A – *Chelidonium majus*: a – lăstar cu flori şi fructe; b - boboc floral; B – *Papaver rhoeas*: a – diagrama florală; b – androceu şi gineceu; C – Papaver somniferum: – a – gineceu; b – secţiune transversală în ovar; c – capsulă poricidă (după I. Cristurean, din I. Pop et al.)

Genul ***Papaver*** (Macul) prezintă flori solitare cu gineceu din 4-6 carpele concrescute, lipsite de stil, iar stigmatul disciform este persistent pe fruct, care este o capsulă poricidă. *P. somniferum* (Macul de grădină) (fig. 280-C) se cultivă ca plantă condimentară (prin semințele sale), ornamentală, medicinală (*Fructus Papaveris immaturi*, off., drog.). *P. rhoeas* (Macul roşu de câmp) (fig. 280. B) este o specie frecventă şi deseori abundentă în culturi de păioase. Petalele au utilizări medicinale (*Rhoeados flos*, med.). *P. dubium* este tot spontan şi se deosebeşte de *P. rhoeas* prin forma capsulei şi perişorii alipiţi de pe pedunculul floral. *P. orientale* (Macul turcesc) se cultivă pentru ornament.

Chelidonium majus (Rostopască, Iarbă de negi) (fig. 280-A) creşte în locuri umbroase din regiunea de câmpie şi de deal. Are flori galbene şi fructul o capsulă alungită siliciformă. Latexul galben-portocaliu are utilizări medicinale (*Chelidonii herba, radix*, med.).

Glaucium corniculatum (Mac cornut roşu) este spontan în locuri cultivate şi ruderale din regiunea de câmpie şi deal.

Alte genuri: ***Argemone***, (în America tropicală); ***Sanguinaria*** (în America de Nord); ***Bocconia*** (în America Centrală şi de Sud); ***Macleaya, Dendromecon*** ş.a.

Familia *Fumariaceae*

Această familie încadrează specii erbacee fără latex, dar cu uleiuri eterice. Florile, solitare sau în inflorescențe racemoase, sunt bisimetrice, pe tipul 4. Două sau numai una din petalele exterioare sunt pintenate, datorită cărora florile devin zigomorfe transversal (la *Corydalis, Fumaria*) sau bisimetrice (la *Dicentra spectabilis*). Staminele interne sunt despicate longitudinal, iar jumătățile sunt concrescute cu cele exterioare. Gineceul este format din două carpele concrescute, superior. Fructele sunt capsule dehiscente sau achene. Semințele prezintă elaiosomi.

$$\circ|\circ, \oplus K_2C_{2+2}A_{2+2:3+3}G_{\underline{(2)}}$$

Genul ***Fumaria*** încadrează numai specii anuale care prezintă flori mici, violacei, grupate în raceme, la care numai petala superioară este pintenată. Fructul este achenă. *F. officinalis* (Fumarița) la care partea aeriană are utilizări terapeutice limitate (*Fumariae herba*, med.) *F. schleicheri, F. vaillanti*, ş.a. se află frecvent în locuri cultivate şi ruderale.

Genul ***Corydalis*** (Brebenei) cuprinde specii erbacee perene cu bulbi-tuberculi, silvicole, vernale. De asemenea, numai o petală este pintenată. *C. cava* (fig. 281), *C. solida* ş.a. au utilizări medicinale (*Corydalis bulbus*, med.).

Dicentra *spectabilis* (Cerceii doamnei) este cultivată pentru ornament. Cele două petale externe sunt pintenate şi astfel floarea devine bisimetrică. Înfloreşte primăvara devreme.

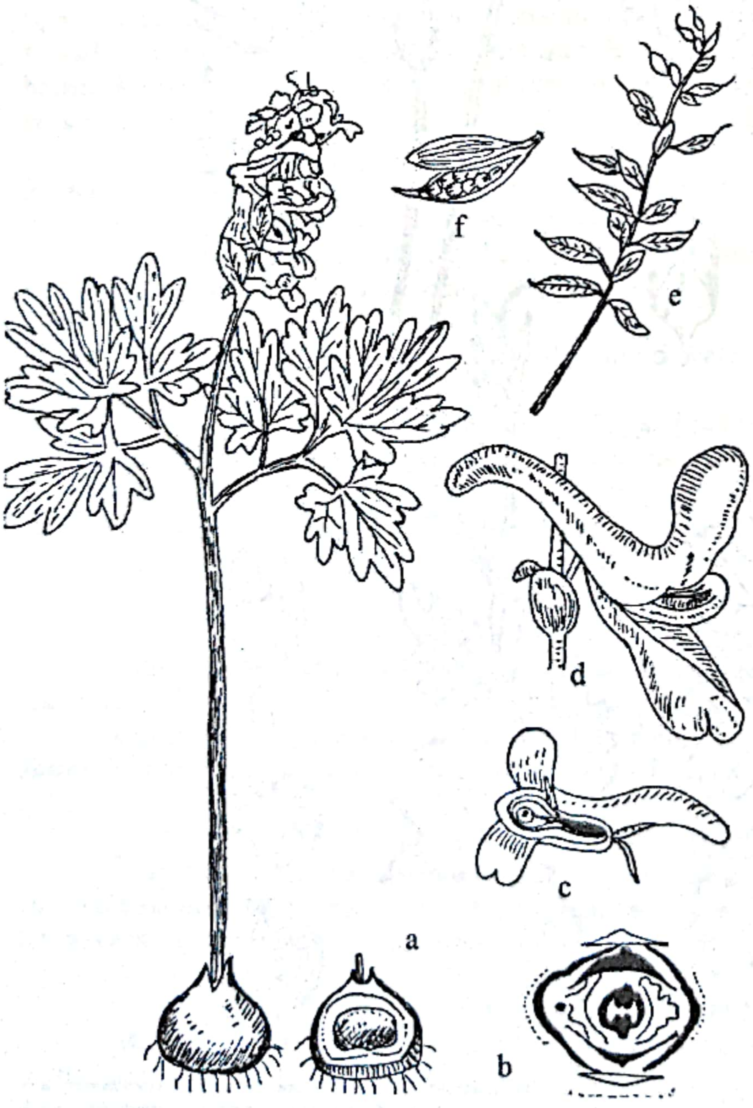


Fig. 281. *Corydalis cava*: a – bulb-tubercul gol la interior (în secțiune transversală); b – diagramă florală; c – floare pintenată în secțiune longitudinală; d – o floare mărită; e – racem cu fructe (capsule siliciforme); f – un fruct deschis (după I. Cristurean, din I. Pop et al.)

Alte genuri: ***Platycapnos*** cu două specii mediteraneene; ***Sarcocapnos*** cu specii saxicole mediteraneene.

1.2. Supraordinul *NELUMBONANAE*

2.1. Ordinul *NELUMBONALES*

Familia *Nelumbonaceae*

Această familie încadrează un singur gen, ***Nelumbo***, cunoscut din Cretacicul inferior. Cuprinde două specii: *N. lutea* (în America de Nord atlantică) şi *N. nucifera* (în Asia tropicală şi orientală).

N. nucifera (Lotusul indian) prezintă rizom gros, de 10-20 m lungime, ramificat, cu numeroase frunze mici. Din rizom se formează frunzele aeriene mari, peltate, fără sinus, cu peţiol de 1-2 m lungime, care ridică limbul (de 20-30 cm în diametru) deasupra apei. Florile sunt roşii purpurii, de 20-30 cm în diametru, solitare, mirositoare, se ridică mai sus decât frunzele. Receptaculul are formă de con şi ţesuturile sale se intercalează printre carpelele unui gineceu choricarpelar. La maturare, fuctele sunt distincte, separate între ele. Seminţele şi rizomii sunt comestibili.

Este răspândit în India, Delta Volgăi, cultivat în ţările mediteraneene, dar naturalizat şi în România, în lacul de la Staţiunea Felix-Oradea, lacurile Cişmigiu, Snagov ş.a.

Obs. *Nelumbonaceae*- le se aseamănă cu *Nympheaceae*- le doar la exterior, însă prin mai multe caractere sunt mai apropiate de *Ranunculales*, aşa cum au fost tratate aici. Se deosebesc de *Nympheaceae* prin polenul tricolpat, prezenţa alcaloizilor benzilizochinolinici, cristalele de ceară tip *Berberis*, afinităţi moleculare cu *Ranunculales* (şi nu cu *Nymphaeales*), frunze cu flori mult deasupra apei, ovule 1-2, seminţe fără endosperm, dar cu embrion mare, masiv şi cotiledoane masive emisferice cu substanţe de rezervă, plumula verde, dezvoltată, ce ocupă întrega cavitate a seminţei.

2.2. SUBCLASĂ

Supraordine diverse foarte izolate

Acestea ocupă o poziţie bazală în interiorul cl. *Rosopsida*. Aici sunt încadrate grupe de plante lemnoase foarte vechi (unele din Cretacicul Inferior). Nu prezintă vase (trahei) sau sunt parţial prezente, iar florile sunt în mod primar fără corole (treapta de dezvoltare „*Apetalae*"). Gineceul este alcătuit din carpele mai mult sau mai puţin libere. În locul alcaloizilor benzilizochinolinici de la *Ranunculidae*, la acestea se află substanţe tanante condensate.

Cele patru ordine (supraordine) încadrate în această subclasă ar putea reprezenta resturi arhaice ale celor mai timpurii *Rosopsida*.

2.1. Ordinul *TROCHODENDRALES*

Plante lemnoase, ale căror fosile sunt cunoscute din Terţiar. Lemnul secundar al axei lăstarilor este homoxil, format numai din traheide şi raze. Sunt încadrate două familii est-asiatice:

a. ***Tetracentraceae*** cu un gen şi o specie: *Tetracentron sinense*, arbore chinezesc, verde vara.

b. ***Trochodendraceae*** cu *Trochodendron aralioides* din Japonia, veşnic verde.

Ambele familii au flori bisexuate entomofile până la anemofile, cu sau fără perigon, cu androceu format din mai multe până la 4 stamine şi 4-17 carpele, puţin concrescute, multiovulate. Se cultivă şi la noi în grădini botanice şi parcuri dendrologice.

2.2. (Supra)- ordinul *PLATANALES*

În lemnul secundar se află trahei (vase), iar florile sunt unisexuate anemofile, grupate în inflorescenţe sferice compacte. Florile unisexuate conţin rudimente ale celuilalt sex.

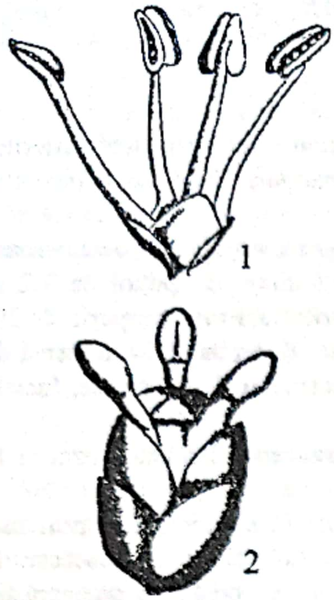
♂ $K_{3-6}C_{3-5}A_{3-8}$

♀ $K_{3-6}C_{3-6}G_{(1-8)}$

Genul ***Platanus*** (Platanii) sunt arbori verzi vara. Sunt răspândiţi în Emisfera Nordică, dar cu areal disjunct (mediteranean oriental şi America de Nord). Ritidomul se exfoliază în plăci. Frunzele sunt palmat-lobate cu perişori pe dosul lor, care produc alergii la persoanele sensibile. Florile sunt unisexuate mici, cu perigon şi mai multe stamine, respectiv carpele, libere.

P. occidentalis este Platanul nord-american, la care capitulele florifere se află câte unul pe un peduncul lung. *P. orientalis* se află în zona mediteraneană orientală şi himalaiană. Pe un peduncul lung se află câte 2-6 capitule, dar mai mici.

P. x hispanica (*P. x acerifolia*) este hibrid între cele două specii, cu 2 capitule (rareori 1 sau 3) cu pedunculul lung. Speciile şi hibridul dintre ele se cultivă peste tot ca arbori de aliniament în oraşe, zone industriale, foarte rezistenţi la noxele din atmosferă.



2.3. (Supra)- ordinul *BUXALES*

Familia *Buxaceae*

Familia încadrează 60 specii, răspândite în toată lumea, cu excepţia zonelor temperate reci. Sunt arbori sau arbuşti veşnic verzi. Florile sunt neînsemnate, unisexuate, cu perigon, mai multe stamine şi respectiv carpele, parţial concrescute (fig. 282).

Buxus sempervirens (Cimişirul, Buxus) este o specie mediteranean-atlantică, frecvent cultivată pentru garduri vii. Lemnul este foarte dur şi fin.

Fig. 282. *Buxus sempervirens:* 1 – floarea masculină; 2 – floarea feminină (după Soó)

2.4. (Supra)- ordinul *PROTEALES*

Reprezentanţii au flori cu perigon alcătuit din 4 tepale viu colorate, 4 stamine epitepale şi gineceu monocarpelar.

Familia *Proteaceae*

Aceasta încadrează 1.400 specii răspândite în fragmentele vechiului continent Gondwana din Emisfera Sudică (Australia, Africa de Sud, Noua Caledonie, Asia Orientală, America de Sud tropicală).

Genurile ***Protea, Leucospermum*** se află în Africa de Sud.

Genurile ***Banksia, Grevillea, Franklandia, Hakea, Macadamia***, cu mai multe specii, domină pădurile de foioase ale Australiei şi Noii Zeelande. Polenizarea florilor este făcută de insecte şi păsări.

2.3. Subclasa *CARYOPHYLLIDAE*

Ca forme de viaţă, majoritatea sunt erbacee, iar cele lemnoase (mai puţine) au o creştere secundară în grosime anormală. Frecvent se întâlnesc în solurile uscate şi sărăturate.

Frunzele sunt simple, nedivizate, dispuse opus sau altern.

Domină florile bisexuate actinomorfe, ciclice, pe tipul 5. Pe lângă forme cu perigon neînsemnat, sepaloid, se află şi specii cu perigon petaloid, corolinic. De remarcat este faptul că la unele grupe, din cercul exterior de stamine devenite staminodii, au luat naştere petalele şi cu aceasta, corola florii. Androceul este, de regulă generală pleiomer secundar, cu dezvoltare centrifugală. Grăuncioarele de polen prezintă, aproape totdeauna, trei nuclei, sunt tricolpate şi derivat, adesea, pantoporate.

Deseori, se ajunge la transformarea gineceelor mai mult sau mai puţin choricarpe în ginecee sincarpe şi paracarpe şi în final se ajunge la placentaţia centrală. Ovulele sunt bitegminate şi crasinucelate. Endospermul este amidonos.

La *Caryophyllidae* este frecventă oligomerizarea la androceu şi gineceu. De asemenea, se evidenţiază şi dezvoltarea regresivă, de la iniţial numeroase ovule în ovare, la un singur ovul bazal.

Din punct de vedere biochimic la ele se găsesc alcaloizii benzilizochinolinici, însă apar betalainele (= betaxantina).

Sub raport paleobotanic, după analiza şi interpretarea fosilelor şi anume polenul de *Amaranthaceae* şi *Chenopodiaceae*, *Caryophyllidae*- le ar data din Maastrichtian (Cretacicul Superior târziu) de circa 70 milioane de ani.

Caryophyllidae- le cuprind circa 10.000 de specii grupate în circa 15 familii, la care se adaugă alte familii satelite cu alte 2.000 specii.

Sistematica. Subclasa se divide în următoarele supraordine: *Caryophyllanae, Polygonanae* şi *Nepenthales.*

3.1. Supraordinul *CARYOPHYLLANAE*

1.1. Ordinul *CARYOPHYLLALES*

Acest ordin ocupă o poziţie bazală în cadrul subclasei, datorită androceului cu numeroase stamine şi a gineceului, mai mult sau mai puţin, choricarpelar.

Se caracterizează prin flori radiar simetrice, ciclice, fiecare ciclu format din 5 componente. Periantul este simplu sau dublu, în mod secundar, prin apariţia corolei din staminele externe.

Androceul, iniţial diplostemon, poate, însă, fi mărit, în mod secundar, prin dedublare centrifugală a meristemelor din receptacul, sau redus la un singur verticil de stamine (haplostemon). Ovulele sunt campilotrope, iar seminţele conţin perisperm (care se formează mai întâi), dar şi endosperm.

În tuburile ciuruite se află plastide de tip P, cu tubuşoare în formă de sită (incluziuni de proteine filamentos-cristaloide). Acestea apar numai la câţiva membri ai *Magnoliidae-* lor şi *Fabaceae*) şi lipsesc la toate celelalte angiosperme.

Numai la acest grup de angiosperme se sintetizează betalainele (substanţe cu azot) de două tipuri: betacianele şi betaxantinele, care lipsesc la alte plante vasculare, dar au fost găsite la câteva bazidiomicete. Dintre *Caryophyllales*, numai *Molluginaceae-* le şi *Caryophyllaceae-* le prezintă antociani.

Studiile chimice şi ultrastructurale, din ultimele 2-3 decenii, au dus la un consens cu privire la caracterizarea *Caryophyllales*, acum printre cele mai bine definite ordine ale angiospermelor.

Sistematica. Ordinul *Caryophyllales* încadrează următoarele familii: *Molluginaceae, Caryophyllaceae, Phytolaccaceae, Aizoaceae, Cactaceae, Didieraceae, Portulacaceae, Basellaceae, Nyctaginaceae, Chenopodiaceae, Amaranthaceae.*

Familia *Molluginaceae*

Reprezentanţii sunt plante preponderent subtropicale, izolat lemnoase şi puţine suculente, dar şi erbacee. În România se află două genuri: *Mollugo* şi *Glinus*. Sunt plante anuale erbacee, cu flori cu perigon sepaloid. Fructul este dehiscent, o capsulă loculicidă.

Familia *Caryophyllaceae*

Această familie ocupă poziţie centrală în cadrul ordinului. Încadrează peste 2.000 de specii cosmopolite, grupate în 80 de genuri. În majoritate sunt erbacee cu frunze simple nestipulate, mai rar cu stipule (la *Paronychia*), dispuse opus şi inflorescenţe dichaziale.

O floare este pe tipul 5. Unele genuri prezintă perigon sepaloid (*Herniaria* şi *Paronychia*). La cele mai multe genuri se formează o corolă, prin metamorfozarea cercului exterior de stamine (fig. 283) şi astfel se ajunge la formula florală:

$$* K_{5(5)}C_5A_{5+5;5}G_{(5-2)}.$$

Astfel de corole se formează la *Stellaria, Cerastium, Agrostemma, Melandrium, Lychnis* ş.a.

Polenizarea este entomofilă, datorită glandelor cu nectar situate la baza staminelor.

Fructele, de regulă generală, sunt capsule denticulate cu numeroase seminţe mici, care se deschid prin dinţişori situaţi în partea superioară sau pe partea laterală. În unele flori, secundar simplificate, numărul ovulelor şi respectiv ale seminţelor se reduce până la una, încât se formează fructe indehiscente de tipul nucilor cu o sământă (la *Scleranthus, Herniaria* ş.a.).

La unele specii se sintetizează saponine (*Saponaria*).

Sistematica familiei. Familia se divide în trei subfamilii: *Alsinoideae, Paronychioideae* şi *Silenoideae.*

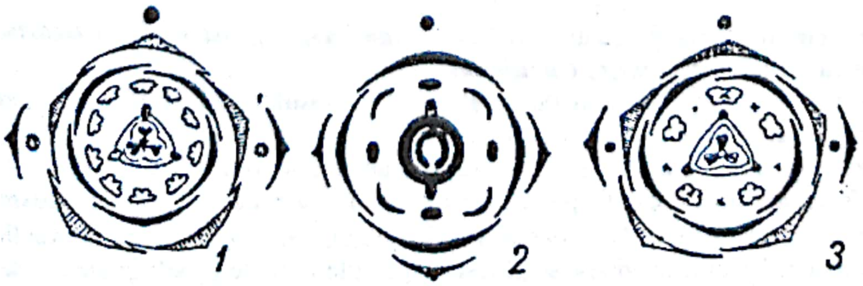


Fig. 283. Diagrame florale la *Caryophyllaceae*: 1 – *Silene*; 2 – *Stellaria*; 3 – *Herniaria* (dup Soó)

1. Subfamilia *Alsinoideae*

Reprezentanții au frunze opuse nestipulate. Sepalele sunt libere sau puțin unite la bază, gineceul este choricarpelar. Încadrează genurile: *Stellaria, Cerastium, Scleranthus, Sagina, Buffonia, Arenaria, Minuartia* ș.a.

Genul ***Stellaria*** are petalele despicate mai mult decât jumătatea lor. *S. media* (Rocoină) (fig. 284) este specie erbacee anuală măruntă, comună și abundentă în locuri cultivate dar și necultivate (*Stellariae herba*, med.). *S. holostea* (Iarbă moale) este specie silvicolă, mai ales în cărpinete, *S. graminea* ș.a.

Genul ***Cerastium*** (Cornuț) se deosebește de *Stellaria* prin faptul că petalele sunt despicate cel mult în treimea superioară. Cuprinde mai multe specii anuale și perene, unele chamefite, răspândite din regiunea de câmpie până în cea alpină: *C. dubium* (*C. anomalumum*) crește în locuri temporar inundate, ± sărăturate; *C. alpinum; C. lanatum; C. tomentosum* (fig. 285) în pajiști, stâncării subalpine și alpine. La aceste două genuri se evidențiază clar derivarea petalelor din stamine sterile (staminodii).

Genul ***Scleranthus*** se caracterizează prin lipsa corolei: *S. annuus* (Iarba surpăturii); *S. perennis* (Sincerică) sunt frecvente în regiunea de câmpie și deal, în habitate deschise, neînțelenite; *S. uncinatus* în aceleași habitate din regiunea montană și alpină.

Genul ***Arenaria*** (Studeniță) cu câteva specii răspândite până în regiunea alpină.

2. Subfamilia *Paronychioideae* (*Illecebraceae*)

Reprezentanții au frunze cu stipule la baza lor. Sepale libere sau puțin concrescute. Corola frecventă.

Încadrează genurile: *Paronychia, Illecebrum, Spergula, Spergularia, Polycarpon* ș.a.

Paronychia cephalotes se află pe stâncării calcaroase.

Genul ***Illecebrum*** cu o specie în Europa occidentală și nord-estul Africii.

Speciile de ***Spergula*** și ***Spergularia*** sunt foarte polimorfe și se află în locuri nisipoase sau sărăturate.

Genul ***Herniaria*** cu speciile: *H. glabra* (Feciorică) se află pe terenuri nisipoase, neînțelenite; *H. hirsuta*. Utilizări medicinale au părțile aeriene de la ambele specii (*Herniariae herba*, off.).

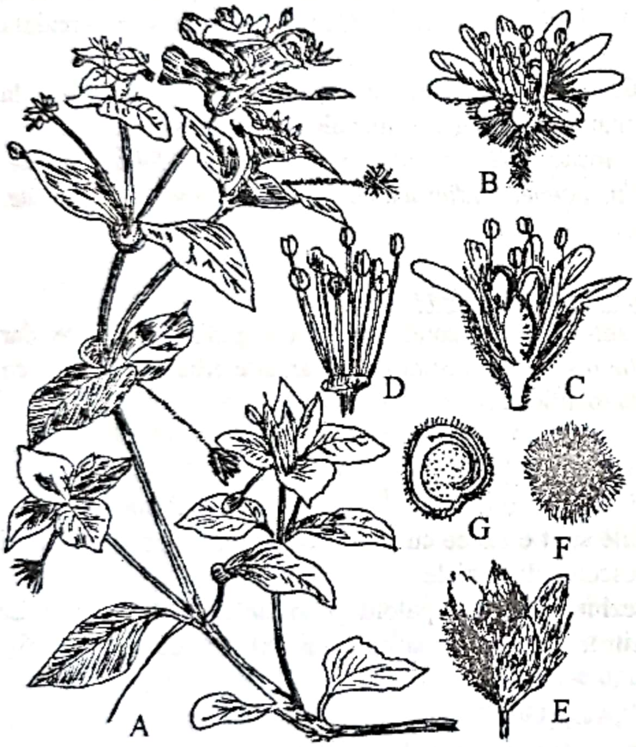


Fig. 284. *Stellaria media*: A – lăstar cu flori; B – floarea; C – floarea în secțiune longitudinală; D – androceul și gineceul; E – fructul înconjurat de caliciul persistent; F – sămânța; G – sămânța în secțiune longitudinală, cu embrionul reniform

3. Subfamilia *Silenoideae*

Frunzele sunt lipsite de stipule. Sepalele concrescute formează caliciul tubulos sau campanulat. Petalele sunt bine dezvoltate și diferențiate în două părți: unguicula, o parte îngustă, situată în interiorul tubului caliciului, cu care se prinde de receptacul; lamina, partea lățită, situată în afara tubului caliciului.

Subfamilia cuprinde cele mai multe genuri: ***Silene, Dianthus, Agrostemma, Viscaria, Lychnis, Gypsophila, Saponaria, Tunica, Vaccaria, Cucubalus*** ș.a.

Genul ***Silene*** se caracterizează prin numărul dublu al dinților capsulei față de stile. *S. alba* (Opaița) și *S. vulgaris* sunt frecvente în pajiști, locuri necultivate.

Genul ***Dianthus*** prezintă la baza caliciului scvame, care alcătuiesc involucrul. Cuprinde 300 specii cu largă răspândire. În România sunt circa 30 specii spontane și cultivate, de o deosebită valoare ornamentală: **D. caryophyllus* (Garoafă), **D. barbatus* (Cuișoare), **D. chinensis* (Garoafa chinezească) sunt frecvent cultivate. Speciile spontane se găsesc răspândite în toate zonele și etajele de vegetație. *D. spiculifolius* crește pe stânci calcaroase, *D. armeria* în pajiști, *D. callizonius* (Garofița Pietrii Craiului) ș.a.

Genul ***Gypsophila*** cu câteva specii: *G. muralis* (Vălul miresii) în culturi și locuri cultivate; G. paniculata (Ipcărige) este o specie perenă, cu rizom gros și lignificat, adânc înfipt în solurile nisipoase, unde se află planta. Din rizom pornesc numeroase rădăcini cilindrice, brune-gălbui, cu deosebită valoare medicinală (*Gypsophilae radix*, med.), dar și alte utilizări în drogherie etc.

Agrostemma githago (Neghina) este specie anuală cu flori roșii-violacee, sporadică în culturi de păioase. Rădăcinile și semințele au unele utilizări medicinale (*Agrostemmae radix, semen*, med.).

Saponaria officinalis (Săpunarița, Floare de săpun) este specie perenă robustă, cu rizom cilindric, gros, din care pornesc stoloni și rădăcini adventive. Florile sunt albe-roșietice, dispuse terminal, umbeliform. În scopuri farmaceutice se utilizează partea subterană dar și cea aeriană (*Saponariae rubrae herba, radix*, med.).

Cucubalus baccifer (Plescaiță) este singura cariofilacee cu fruct bacă. Crește în zăvoaie, locuri umede.

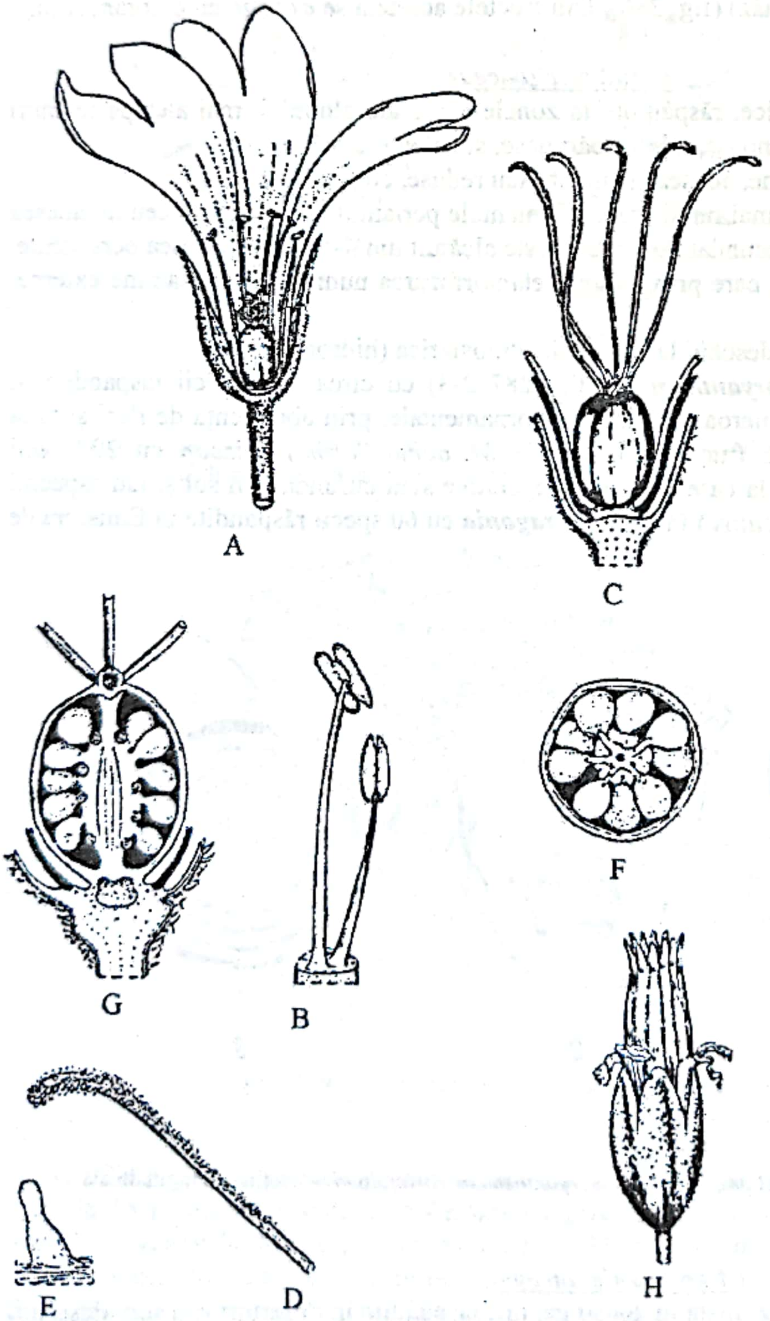


Fig. 285. *Cerastium tomentosum*: A – secțiune longitudinală în floarea actinomorfă bisexuată, cu sepale tomentoase, petale bifide, stamine libere, cu glande nectarifere la bază, ovar superior; B – o stamină lungă și una scurtă, înserate pe receptacul; C – gineceul superior alcătuit din 5 carpele concrescute, terminate cu 5 stilodii libere; D – detaliu al stigmatului papilos; E – o singură papilă de pe suprafața stigmatului; F – secțiune transversală în ovarul cu placentație centrală; G – secțiune longitudinală în ovar cu ovulele grupate pe două rânduri în fiecare carpelă; H – capsulă dehiscentă prin 10 dințișori (dublu față de numărul carpelelor) (din Hickey et King)

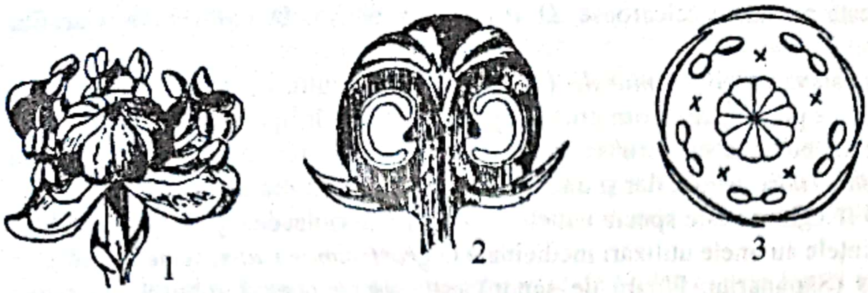


Fig. 286. *Phytolacca americana*: 1 – floare; 2 – secțiune longitudinală în fruct; 3 – diagrama florală (după Soó)

Familia *Phytolaccaceae*

Familie cu 150 de specii, grupate în 17 genuri, răspândite peste tot în zone calde. Sunt erbacee sau lemnoase (arbori sau arbuști), rareori liane (*Phytolacca volubilis*). Frunzele sunt alterne, cu sau fără stipule, și florile în inflorescențe terminale.

În organele lor se formează numai betalaine.

Genuri: ***Phytolacca, Galesia, Stegnosperma*** ș.a.

Phytolacca americana (Cârmâz) (fig. 286). Din fructele acesteia se extrage un colorant roșu.

Familia *Aizoaceae*

Familie cu 2.500 specii exotice, răspândite în zonele calde ale globului, mai ales pe terenuri aride. Sunt plante erbacee sau sublemnoase, adesea cărnoase, suculente.

Frunzele sunt opuse sau alterne, adesea suculente sau reduse, cu sau fără stipule.

Florile sunt grupate în cime, mai rar solitare. Elementele periantului și ale androceului, adesea mărite în mod secundar (poliandrie secundară). Caliciul este alcătuit din 4-5 sepale, adesea persistente. Corola este alcătuită di 4-5-∞ petale, care provin din metamorfozarea numeroaselor stamine externe, transformate în staminodii.

Fructele sunt capsule care se deschid la umezeala atmosferică (hidrochorie).

Principalele genuri: ***Mesembryanthemum*** (fig. 287 2-3) cu circa 800 specii răspândite în Africa de sud, în ținuturi uscate. Numeroase specii sunt ornamentale, prin abundența de flori și talia lor. De la unele specii se consumă fructele (*M. edule, M. acinaciforme*); ***Aizoon*** cu 20 specii mediteraneene; ***Lithops*** (Pietrele vii) la care corpurile vegetative sunt cufundate în sol și iau aspectul unor pietre. Specii ale acestui gen se cultivă în sere. ***Tetragonia*** cu 60 specii răspândite în Emisfera de Sud: *T. expansa* se cultivă ca legumă.

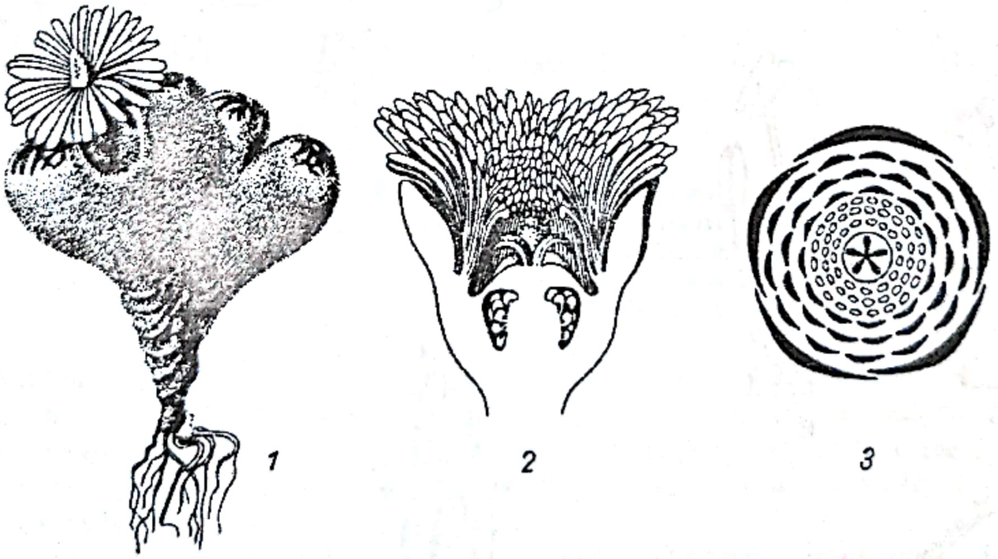


Fig. 287. *Aizooaceae*: 1 – *Lithops bellum*; 2 – *Mesembryanthemum cordifolium* – secțiune longitudinală în floare; 3 – diagrama florală (după Soó)

Familia *Cactaceae*

Familie cu peste 2000 specii, grupate în 20-30 genuri, răspândite în deșerturi sau semideșerturi din sud-vestul SUA, în Mexic (cele mai numeroase genuri și specii) și în ținuturile andine din America de Sud, mai puține în India.

Prezintă tulpină suculentă în formă de coloană sau aplatizată (ca la ***Opuntia***), cu coaste longitudinale (ca la ***Cereus***) sau sferică cu asperităţi (la ***Mamillaria***). Aproape totdeauna pe tulpini se află spini, care sunt interpretaţi ca provenind din metamorfozarea frunzelor, deoarece sunt dispuşi după regulile filotaxiei.

Organul caracteristic cactaceelor este areola, care din punct de vedere anatomic este corespondentul mugurilor axilari de la tulpinile normale. Areolele sunt acoperite cu smocuri de peri caracteristici şi din ele se pot forma spinii, lăstarii sau florile (fig. 288).

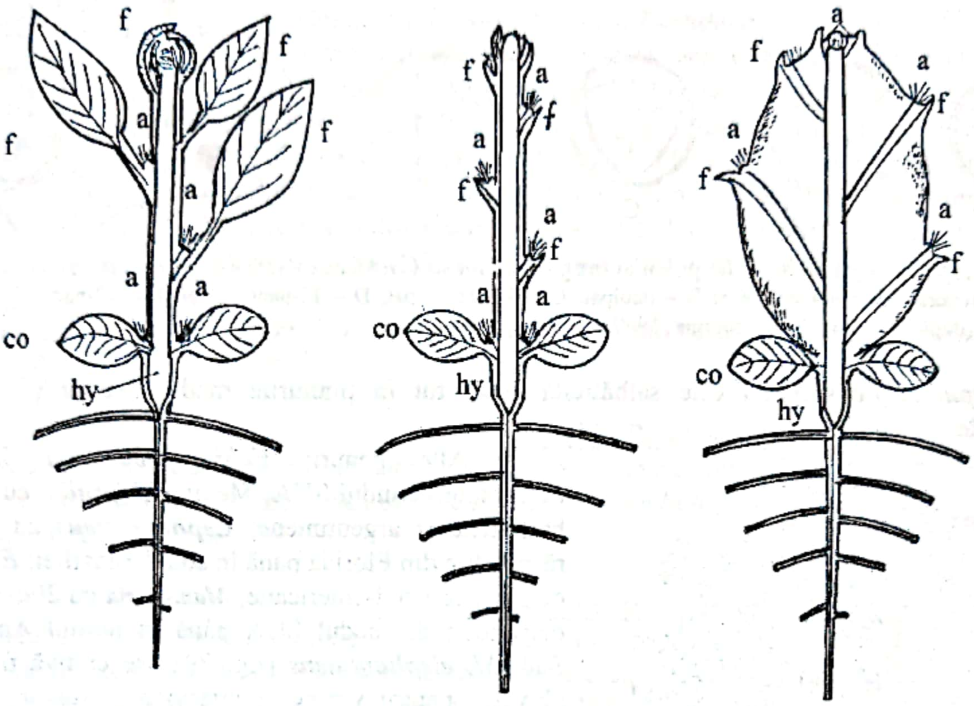


Fig. 288. Descendenţa tipurilor de cactuşi: hy – hipocotil; co – cotiledoane; f – reducerea treptată a frunzelor; a (areola) – locul de unde se formează ramurile (după Troll)

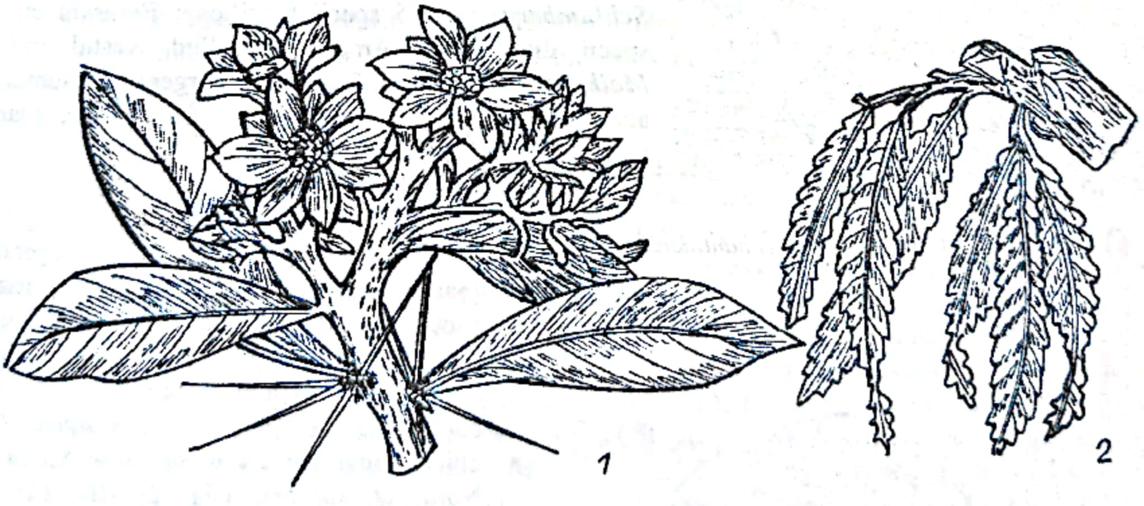


Fig. 289. *Cactaceae*: A -- *Pereskia pleo*; 2 – *Rhipsalis regnelii* (după Soó)

Tulpinile cactaceelor prezintă o mare variabilitate, de la câţiva cm (la ***Blossfeldia liliputana***) până la 15 m înălţime, cum este ***Carnegiea gigantea*** din Arizona, în formă de candelabru. Unele specii de ***Cereus*** din Mexic pot ajunge la 20 m înălţime şi diametrul tulpinii de 0,50 m.

Trofofile normale se află numai la ***Maihuenia*** şi în special la genul ***Pereskia*** (fig. 289-1) considerat ca gen primordial, sau la alte genuri, numai în stadii juvenile sub formă de solzi sau ace mai groase, lăţite la bază, ca la ***Opunţia.*** La cele mai numeroase cactacee se află spini, care sunt interpretaţi ca provenind din metamorfozarea frunzelor.

Florile sunt solitare, cu periant indistinct diferențiat: la exterior asemănător caliciului, iar în interior de felul corolei. Staminele sunt numeroase, cu polen variat (fig. 290), iar carpelele, în număr mare, sunt concrescute într-un gineceu coenocarp, cu poziție semiinferioară până la inferioară. Placentația este central-bazală. Sunt plante ornitogame sau entomogame. Fructul este baciform, rareori uscat, cu numeroase semințe, mai mult sau mai puțin albuminate.

Speciile unor genuri ca ***Rhipsalis*** (fig. 289-2), ***Epiphyllum*** și ***Zygocactus*** trăiesc ca epifite în păduri tropicale din America și Africa.

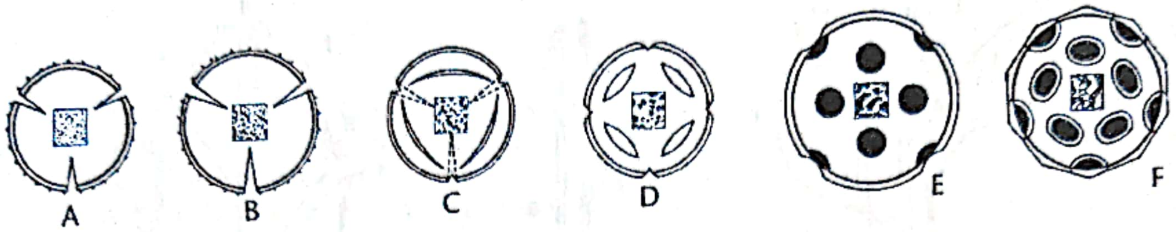


Fig. 290. Tipuri de grăuncioare de polen și progresiile lor la *Cactaceae* - schițe și aperturi (colpi: crețuri respectiv pori) și structura fină a sexinei: A și B – ticolpat; C – 6-pantocolpat; D – 12-pantocolpat; E – 12-pantoporat; F – 15-pantoporat (după Tsukaga, din Strasburger, 1999)

Opuntia ficus-indica este sălbăticită peste tot în ținuturile mediteraneene și are fructe comestibile.

Alte genuri: ***Echinocereus*** cu 75 specii răspândite în sudul SUA, Mexic; ***Rhipsalis*** cu 60 specii braziliene și argentiniene; ***Cephalocereus*** cu 50 specii răspândite din Florida până în sudul Braziliei; ***Echinopsis*** ce 35 specii sud-americane; ***Mamillaria*** cu 200-300 specii răspândite din sudul SUA până în nordul Americii de Sud; ***M. elephantidens*** (fig. 291) se cultivă frecvent în ghivece, pentru vitrine și interioare. Este originară din Mexic. Are aspect globulos și poartă mamile cu spini de diferite forme, mărimi și culori. Florile sunt galbene, roșii sau rozee și se formează în vârful tulpinii; ***Schlumbergera*** cu 5 specii braziliene; ***Pereskia*** cu 20 specii din Mexic, America de Sud, vestul Indiei; ***Maihuenia*** cu 5 specii în Chile și Argentina. Numai la aceste ultime două specii se află frunze late, plane, persistente.

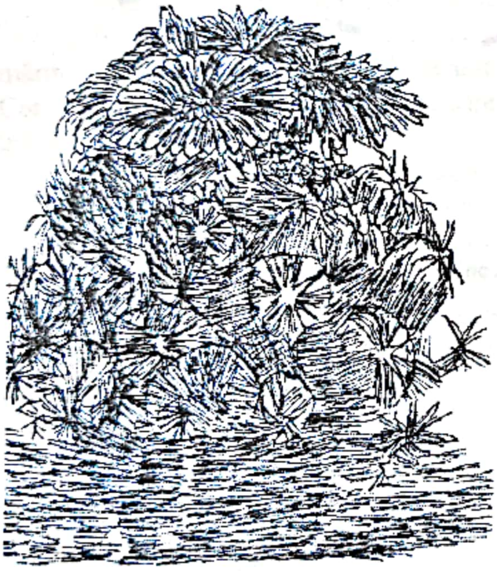


Fig. 291. *Mamillaria elephantidens*

Importanța economică

Datorită corpului lor vegetativ foarte caracteristic dar și florilor mari, cactaceele sunt cultivate peste tot ca plante ornamentale în spații protejate. Fructele unor cactacee sunt comestibile. Astfel, bacele de la *Opuntia ficus-indica* fac obiectul unui comerț important în Africa de Nord; *O. vulgaris* (fig. 292-B); *Cereus giganteus* (fig. 292-A). Unele specii se cultivă ca plante furajere, pentru extragerea unor fermenți etc. Unele specii din Mexic și SUA conțin alcaloizi, care preoduc halucinații de culoare (specii halucinogene).

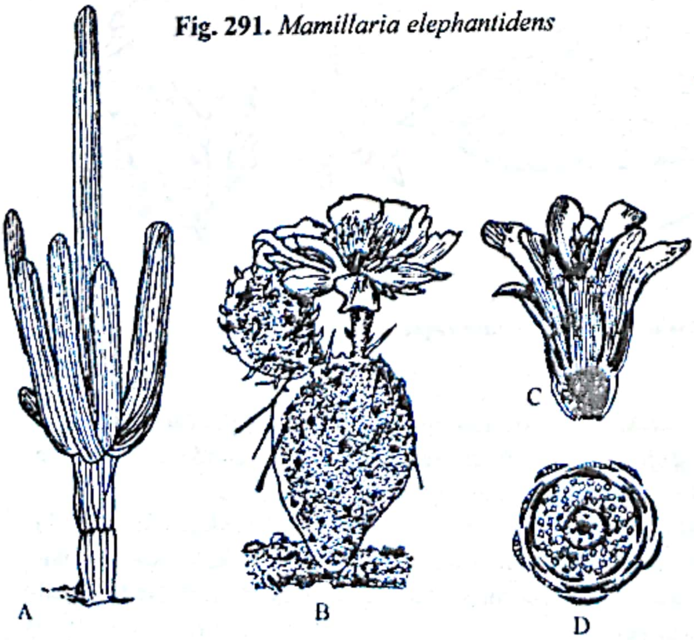


Fig. 292. *Cactaceae*: A – *Cereus giganteus*; B – *Opuntia rafinesquei*; C – *O. vulgaris* – secțiune longitudinală în floare; D – diagrama florală

Familia *Didieraceae*

Familie mică, cu 4 genuri şi 8 specii, care se întâlnesc numai în ţinuturile uscate ale Madagascarului. Au tulpini suculente şi flori unisexuate. Ex. *Didiera madagascariensis* ş.a.

Familia *Portulacaceae*

Reprezentanţii sunt plante erbacee cu frunze simple întregi, glabre. Florile sunt bisexuate, cu numeroase stamine şi ovar unilocular (fig. 293). Fructul este o capsulă.

Genuri autohtone: ***Montia*** şi ***Portulaca***.

Portulaca oleracea (Graşiţa) este o specie cu aspect suculent, segetală şi ruderală. **P. oleracea* (Agurijoară) este originară din America de Sud şi se cultivă pentru ornament, prin florile variat şi frumos colorate.

Alte genuri: ***Calandrinia*** cu 150 specii americane şi australiene; ***Claytonia*** cu 35 specii est siberiene şi nord-americane; ***Anacampseros*** cu 70 specii sud-africane şi o specie australiană; ***Lewisia*** cu 20 specii în vestul Americii de Nord; ***Talinum*** cu 50 specii în regiuni calde ale globului.

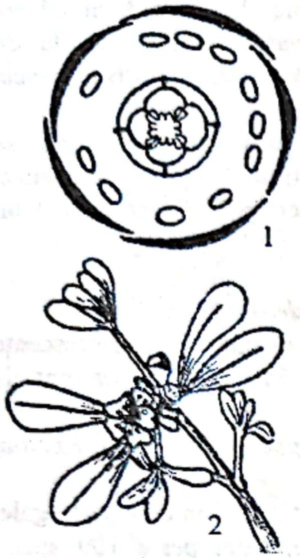


Fig. 293. *Portulaca oleracea*: 1 – diagrama florală; 2 – lăstar cu frunze şi flori (după Soó)

Familia *Basellaceae*

Familie mică, cu 20 specii în majoritate americane, cele mai numeroase erbacee, volubile, cu fructe indehiscente, înconjurate de periantul devenit cărnos. *Basella alba* din Asia tropicală se cultivă, ca legumă, în ţări calde.

Familia *Nyctaginaceae*

Familie cu circa 400 specii americane. Lipsesc în Europa. Sunt plante erbacee, arbori, arbuşti sau liane, cu frunze opuse. Flori bisexuate, la care tepalele corolinice concresc în formă de tub, iar gineceul este redus la o singură carpelă. Fructul este o nuculă înconjurată de periant şi de bractei.

****Mirabilis jalapa*** (Barba împăratului) este originară din America tropicală şi se cultivă în spaţii verzi pentru ornament. Este bine cunoscută şi datorită experimentelor pentru ereditate ce se realizează pe indivizii acestei specii.

Genul ***Bougainvillea*** cuprinde circa 10 specii răspândite în America de Sud. Sunt arbuşti spinoşi ornamentali. Formele cultivate în spaţii închise sunt de origine hibridă şi prezintă, la baza inflorescenţei bractei policrome.

Familia *Chenopodiaceae*

Familia încadrează circa 1400 specii cosmopolite, răspândite mai ales în zone aride şi sărăturate ale globului. Deseori sunt specii ruderale, care însoţesc omul şi animalele domestice.

Sunt plante erbacee perene sau unianuale, rareori arbustive sau arborescente. Frunze alterne, adesea, mai mult sau mai puţin, cărnoase, fără stipule, uneori reduse la scvame.

Florile sunt foarte mici, bisexuate (prin reducere devin unisexuate) sau unisexuate, grupate în inflorescenţe dense, spice sau cime, rareori solitare (*Polycnemum*). Perigonul este sepaloid sau scarios, format din 5,3,2 sau 0 tepale libere. Androceul este izomer sau heteromer, epitepal sau alternitepal, cu stamine libere sau unite la bază, aşezate pe un disc nectarifer caracteristic (*Beta, Chenopodium*). Gineceul este pseudomonomer, alcătuit din 2 (rareori 3-5) carpele unite într-un ovar unilocular, cu un ovul campilotrop bazal. Polenizarea este anemofilă sau entomofilă, iar fructul este o achenă, capsulă operculată sau fruct compus (glomerul) la *Beta*. Embrionul este curbat şi înconjoară endospermul sau/şi perispermul. Perigonul deseori este persistent pe fruct, uneori acrescent şi are rol în diseminare.

$$* P_{5,3,2,0}A_{5\text{-}1}G_{\underline{(2,3\text{-}5)}}$$

Este o familie eterogenă, divizată în mai multe subfamilii:

a. Subfamilia *Betoideae*

Reprezentanţii au stigmatul scurt, lobat, papilos. Fructul este o capsulă operculată, însă 3-5 fructe concresc, între ele şi cu perigonul, şi formează glomerulul.

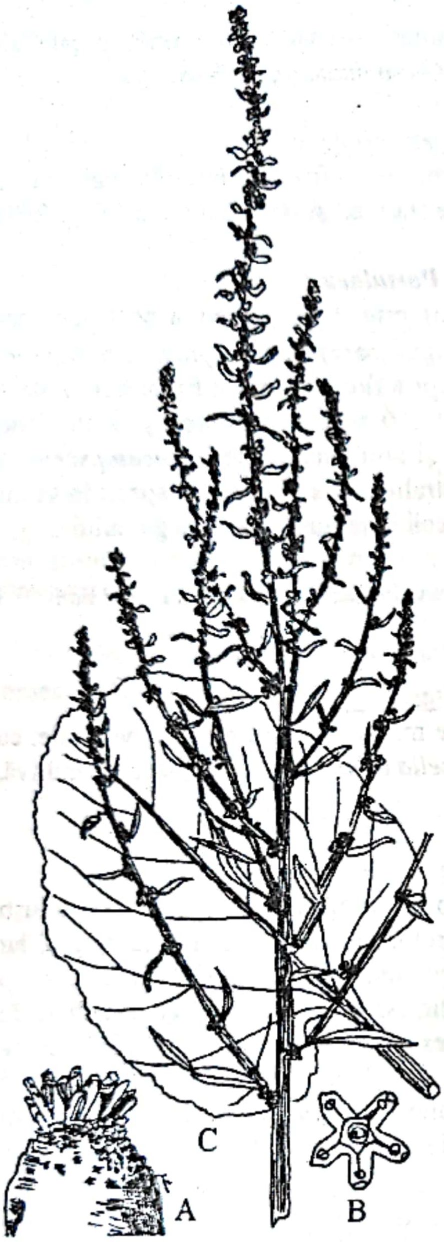


Fig. 294. *Chenopodiaceae*: *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*: A – pivotul; B – o floare cu perigon, androceu și gineceu; C – frunză și inflorescență

Genul ***Beta***[*] încadrează 12 specii mediteraneene: *B. vulgaris* subsp. *maritima* (Sfecla spontană) se află numai în zona mediteraneană. La *B. vulgaris* subsp. *vulgaris* (Sfecla cultivată) (fig. 294) rădăcina este diarhă și prezintă o structură secundară anormală prin policambie. Se cultivă în câteva varietăți cu utilizări industriale: var. *altissima* (sfecla de zahăr); var. *crassa* (sfecla furajeră); var. *conditiva* (Sfecla roșie de masă); var. *lutea* (Sfecla galbenă de masă).

Sfecla cultivată este bianuală. În primul an se formează rădăcina cărnoasă, hipocotilul și o rozetă de frunze. În al doilea an se formează inflorescența înaltă de peste 1 m, paniculat ramificată.

b. Subfamilia *Chenopodioideae*

Florile sunt glomerulate, dispuse în inflorescențe spiciforme rare. Fructul rămâne închis și înconjurat la maturare de perigon și bracteole.

Încadrează genurile: *Chenopodium, Atriplex, Kochia, Spinacia.*

Genul ***Chenopodium*** prezintă perigon cu tepale egale, gineceu superior, achene nearipate. Sunt peste 100 specii ruderale și segetale din regiunea temperată: *Ch. album* (Lobodă sălbatică, Spanac sălbatic); *Ch. hybridum* (Talpa gâștei); *Ch. bonus-henricus* (Spanacul ciobanilor) se află pe locuri târlite de munte. *Ch. botrys* (fig. 295-1).

Genul ***Atriplex*** prezintă flori unisexuate dispuse dioic, apar și flori fără periant, dar cu două bracteole persistente pe fruct, întregi sau dințate, libere sau concrescute până la mijloc: ∗*A. hortensis* (Loboda de grădină); *A. tatarica* (Loboda tătărască) (fig. 295-6) ș.a.

Genul ***Spinacia*** cuprinde 4 specii est-mediteraneene până în estul Asiei. Cultivată ca legumă prin frunzele sale este *S. oleracea* (Spanacul). Are și valoare medicinală (*Spinaciae herba*, med.).

Genul ***Kochia*** încadrează 90 specii cosmopolite: *K. scoparia* (Măturile) este cultivată și subspontană. Din tulpinile robuste și mult ramificate se confecționează măturile de curte.

c. Subfamilia *Salicornioideae*

Au flori nebracteate, grupate în inflorescențe amentiforme. Tulpinile sunt articulate cu frunze scvamiforme, rudimentare.

Genul ***Salicornia*** încadrează 50 de specii cosmopolite halofile: *S. europaea* (Sărățică, Brâncă) (fig. 295-9). Crește mai ales pe litoralul Mării Nordului, dar și în numeroase alte locuri, inclusiv și în România.

d. **Subfamilia *Suaedoideae*.** Genul ***Suaeda*** tot cu specii cosmopolite de soluri nisipoase sărăturate. *S. maritima* (Ghirin) are frunze glabre, flori cu bracteole scavmiforme mici. Se află și România.

e. **Subfamilia *Salsoloideae*.** Au flori cu bracteole, de obicei, mai mari decât tepalele. Frunze acoperite cu peri filiformi, *Salsola kali* (Ciurlan) crește în habitate deschise, în lungul căilor de comunicație.

f. **Subfamilia *Corispermoideae*.** Au flori nebracteate grupate în spice. Fructul nu este însoțit de bractei la maturare. Genul ***Corispermum*** cuprinde 60 specii din regiunea temperată de nord, mai ales pe aluviuni nisipoase. Ex. *C. nitidum* ș.a.

---

[*] Botezată de romani astfel, datorită asemănării plantului cu litera β.

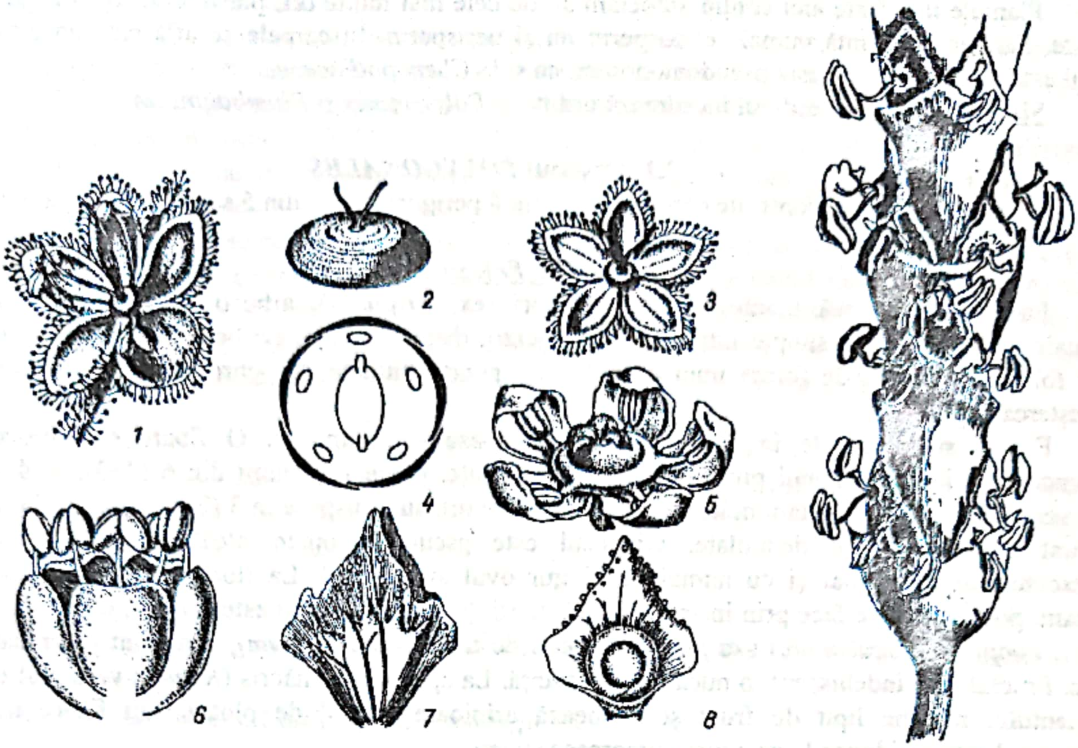


Fig. 295. Chenopodiaceae: 1 – *Chenopodium botrys* – floarea masculină; 2 – fructul; 3 – floarea feminină; 4 – diagrama florală; 5 – Beta vulgaris – floarea; 6 – Atriplex tatarica – floarea masculină; 7-8 – fructul însoţit de perigonul persistent; 9 – Salicornia sp. – flori (după Soó)

L. Emberger (1966) a grupat genurile astfel:

a. Cyclolobes cu embrionul liniar sau înconjurat de perispermul central, cu genurile: *Polycnemum, Beta, Chenopodium, Atriplex, Obione, Spinacia, Kochia, Salicornia, Arthrochnemum.*

b. Spirolobees cu embrionul spiralat, sămânţa exalbuminată sau cu perisperm. Genuri: *Suaeda, Salsola, Seidlitzia, Anabasis, Esfandiaria, Haloxylon, Girgensohnia.*

Familia *Amaranthaceae*

Aceasta încadrează peste 800 specii cosmopolite, exceptând zonele reci. Sunt plante erbacee, cu frunze simple, întregi sau cu incizii.

Florile au devenit parţial unisexuate (fig. 296), însoţite de două bractei evidente, persistente. Fructul este dehiscent sau indehiscent.

$$* P_{4\text{-}5}A_{5\text{-}1}G_{\underline{(2\text{-}3)}}$$

Cele mai numeroase specii sunt ruderale şi segetale: *Amaranthus albus* (Ştir alb); *A. retroflexus* (Ştir). ∗*A. caudatus* (Moţul curcanului); ∗*A. paniculatus* (Ştir roşu). Ambele se cultivă pentru ornament.

Ca specii ornamentale cultivate se enumeră: ∗*Celosia cristata* (Creasta cocoşului); ∗*C. argentea* (Celozie); ∗*Gomphrena globosa*; ∗*Alternanthera amoena*; ∗*Iresine lindeni* ş.a.

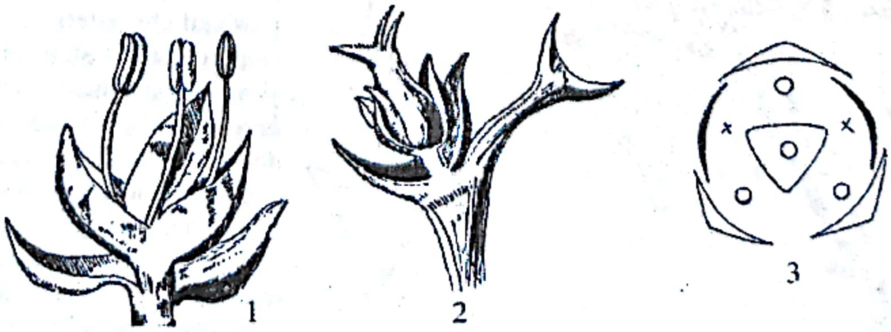


Fig. 296. *Amaranthus ascendens*: 1 – floarea masculină; 2 – floarea feminină; 3 – diagrama florală (după Soó)

3.2. Supraordinul *POLYGONANAE*

Plantele încadrate aici conțin antociani și, de cele mai multe ori, plastide de tip S în tuburile ciuruite. Sămânța prezintă numai endosperm nu și perisperm. În carpele se află câte un ovul, iar fructul este nucă. Gineceul este pseudomonomer, ca și la *Chenopodiaceae*.

Sistematica. Supraordinul încadrează ordinele: *Polygonales* și *Plumbaginales*.

2.1. Ordinul *POLYGONALES*

Aici sunt cuprinse plante ale căror flori prezintă perigon format din 5 sau 6 (3+3) tepale libere.

Familia *Polygonaceae*

Familia încadrează plante lemnoase arbori (ex. ***Triplaris***), arbuști și erbacee perene și unianuale, care au frunze simple întregi sau cu incizii, dispuse altern. La baza frunzelor prezintă o anexă foliară specifică, de forma unui cornet, care poartă numele de ochrea, care a provenit din concreșterea stipulelor.

Florile sunt grupate în inflorescențe racemoase sau cimoase. O floare este bisexuată, actinomorfă, ciclică. Perigonul prezintă mare variabilitate, poate fi alcătuit din 6 (3+3), 5, 4 sau 3 tepale verzi sau corolinice. Staminele, de cele mai multe ori, sunt dispuse în 3 (2) sau 1 cerc și nu sunt sau sunt numai moderat dedublate. Gineceul este pseudomonomer, alcătuit din 2-4 carpele concrescute, dar unilocular și cu numai un singur ovul atrop fertil. La florile cu periantul verde, nefrapant, polenizarea se face prin intermediul vântului. Mai rar periantul este frapant, corolinic, ca la hrișcă (*Fagopyrum esculentum*) sau la unele specii de troscot (*Polygonum*), care sunt polenizate de insecte. Fructul este indehiscent, o nucă cu o sămânță. La speciile de măcriș (*Rumex*) verticilul intern al periantului rămâne lipit de fruct și formează aripioare cu rol de plutire sau fixare în sol. Endospermul este amidonos la cele mai numeroase specii.

$$* \, P_{3,4,5}A_{3+3;\,4+4}G_{\underline{(2-4)}}$$

Multe *Polygonaceae* (genurile *Rumex, Rheum*) sunt bogate în heteroside antracenice sau în taninuri, care le conferă proprietăți purgative sau astringente.

Familia cuprinde 30-40 genuri cu 1.000-1.100 specii răspândite în Emisfera de Nord temperată.

În flora spontană și cultivată a României se află specii ale genurilor: *Polygonum, Fagopyrum, Rumex, Rheum, Oxyria*.

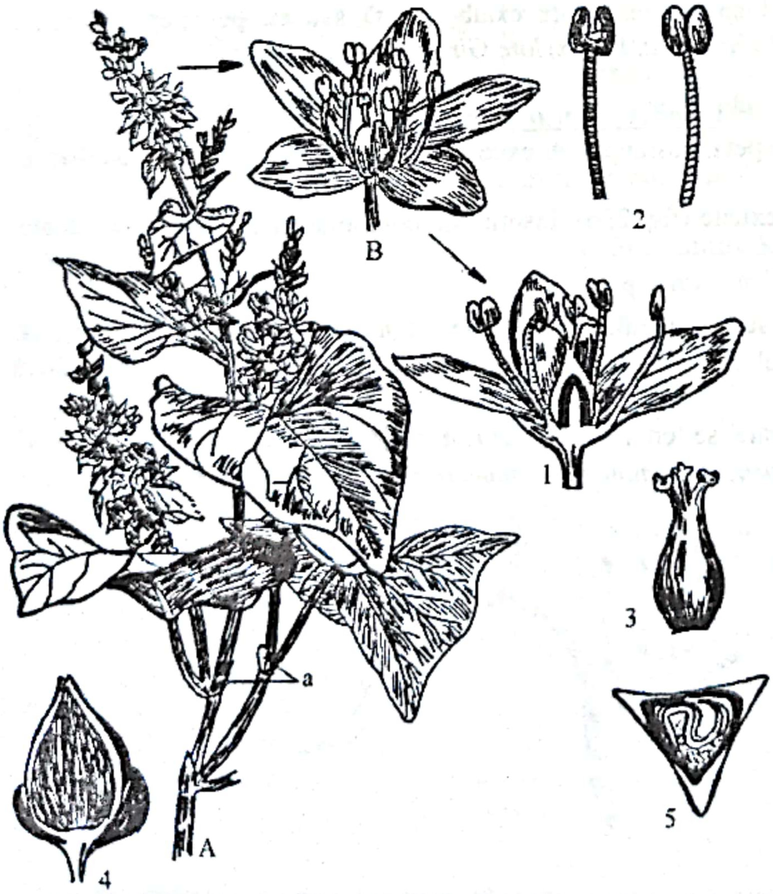


Fig. 297. *Fagopyrum esculentum*: A – aspect general al plantei; a – ochrea; B – o floare: 1 – secțiune longitudinală în floare: 2 – stamine; 3 – gineceul tricarpelar; 4 – fructul în secțiune longitudinală; 5 – fructul trimuchiat în secțiune transversală (după Kursanov din Buia et al.)

Genul ***Polygonum*** cuprinde circa 300 specii cosmopolite, cu perigon format din 5 tepale și fructul inchis aproape complet în perigonul persistent. *P. lapathifolium* (Iarba roșie). *P. aviculare* (Troscot), *P. persicaria* (Ardeiul broaștei), *P. hydropiper* (Piperul bălții) sunt larg răspândite și au valoare medicinală (*Polygoni herba*, med.). *P. alpinum* (Troscot de munte), *P. viviparum* (Iarba șopârlelor) se află în pajiști alpine și subalpine.

Genul ***Fagopyrum*** se recunoaște prin perigonul mult mai scurt decât fructul și embrionul mai slab dezvoltat decât endospermul.

F. esculentum (Hrişca) (fig. 297), datorită abundenţei endospermului amindonos, se cultivă ca plantă alimentară dar şi meliferă şi furajeră.

Genul ***Rumex*** cuprinde 200 specii cosmopolite. Perigonul este alcătuit din 6 tepale inegale, iar fructul nu este aripat. *R. acetosella* (Măcrişul mărunt), *R. acetosa* (Măcriş), *R. alpinus* (Ştevia stânelor). *R. patientia* (Ştevia de grădină) şi *R. conglomeratus* (Măcriş) au frunze comestibile.

Genul ***Rheum*** încadrează 50 specii răspândite în Asia tropicală şi temperată. Perigonul prezintă 6 tepale egale, iar fructul este trimuchiat-aripat: **Rh. palmatum* (Reventul medicinal) şi *Rh. officinale* (Revent chinezesc) sunt cultivate ca plante medicinale (*Rhei rhizoma*, off.). Ca plante legumicole şi medicinale se cultivă **Rh. rhaponticum* (Revent siberian) şi *Rh. rhabarbarum* (Revent).

Alte genuri: ***Calligonum*** cu 80 specii arbustive răspândite în sudul Europei, Nordul Africii şi vestul Asiei; ***Triplaris*** cu 25 specii arborescente tropicale, din America de Sud, la care florile sunt unisexuate dispuse dioic; ***Coccoloba*** cu 150 specii răspândite în America tropicală şi subtropicală; ***Muehlenbeckia*** cu 15 specii răspândite în Australia, sudul Asiei şi America de Sud.

2.2. Ordinul *PLUMBAGINALES*

Florile au periant dublu, format din caliciu şi corolă, pe tipul 5, sinsepale şi parţial simpetale. Androceul este format dintr-un singur cerc de stamine epipetale şi un gineceu paracarp pentacarpelar, fiecare carpelă cu câte un ovul bazal.

Familia *Plumbaginaceae*

Aceasta încadrează 440 specii, în majoritate xerofite şi halofite ale stepelor, semideşerturilor şi ale litoralului mărilor.

Genuri: ***Limonium, Goniolimon, Plumbago*** ş.a.

3.3. (Supra)- ordinul *NEPENTHALES*

Acesta este asemănător cu *Plumbaginales*, posedă naftochinone caracteristice şi placentaţie centrală, parietală până la axilară.

Sistematica. Ordinul cuprinde familiile: *Dioncophyllaceae, Droseraceae, Nepenthaceae.*

Familia *Dioncophyllaceae*

Familia încadrează plante lemnoase tropicale, vest-africane şi reprezintă grupa bazală, din care au derivat specializatele plante carnivore din familiile: *Droseraceae* şi *Nepenthaceae.*

Specia *Dioncophyllum peltatum* creşte în locuri stabile, sărace în substanţe nutritive. Nervura mediană a frunzelor se termină într-un cârcel bifurcat, pe care se află glande digestive. Astfel, treptat, această plantă a dobândit o specializare nutritivă carnivoră.

Familia *Droseraceae*

Familie ce încadrează 4 genuri şi 90 specii erbacee carnivore, exotice, dar şi puţine autohtone, terestre, dar şi acvatice sau în locuri mlăştinoase oligotrofe (turbării).

Florile sunt actinomorfe, bisexuate, pe tipul 4 sau 5.

$$* \; K_{4-5}C_{4-5}A_{4-5(-20)}G_{\underline{(3-5)}}$$

Fructul este o capsulă cu numeroase seminţe.

Insectele sunt capturate cu ajutorul tentaculelor lipicioase de pe frunze (la *Drosera*, ***Drosophyllum***) sau cu ajutorul frunzelor de apucare, sensibile la excitaţie la ***Dionaea*** (fig. 298-C), ***Aldrovanda***.

Genul ***Drosera*** cu specii cosmopolite răspândite în estul şi vestul Americii de Nord, America de Sud (multe specii), Africa Centrală şi de Sud, Australia (cele mai multe), India, Indo-Malaezia dar şi Europa de Nord. Exemple de specii: *D. adelae, D. binata, D. erythrorhiza, D. gigantea* (ajunge la înălţimi de 1 m), *D. cistifera, D. hamiltoni, D. peltata, D. pygmaea, D. whittackerii* ş.a.

În România specia comună este *D. rotundifolia* (fig. 298-A). Creşte în turbării mezotrofe şi oligotrofe. Prezintă rădăcină, rozetă bazală de frunze şi o inflorescenţă cu flori mici albe. Tentaculele glandulifere de pe frunze secretă lichidul proteolitic, sub forma unor picături (ca de rouă), care atrag insectele. Din acestea, planta îşi completează necesarul de substanţe azotoase. În Oltenia a fost identificată la Surpaţi-Gorj şi Olăneşti-Mosoroasa-Vâlcea.

Genul ***Aldrovanda*** este reprezentat de *A. vesiculosa* (Otrăţel) (fig. 298-B), care este o specie carnivoră acvatică, de ape stagnante, puţin adânci, cu fundul mâlos, lipsită de rădăcini. Unele segmente ale frunzelor divizate s-au transformat în capcane care capturează mici animale acvatice.

Drossophyllum lusitanicum crește în locuri uscate, sărace în substanțe nutritive, din Peninsula Iberică.

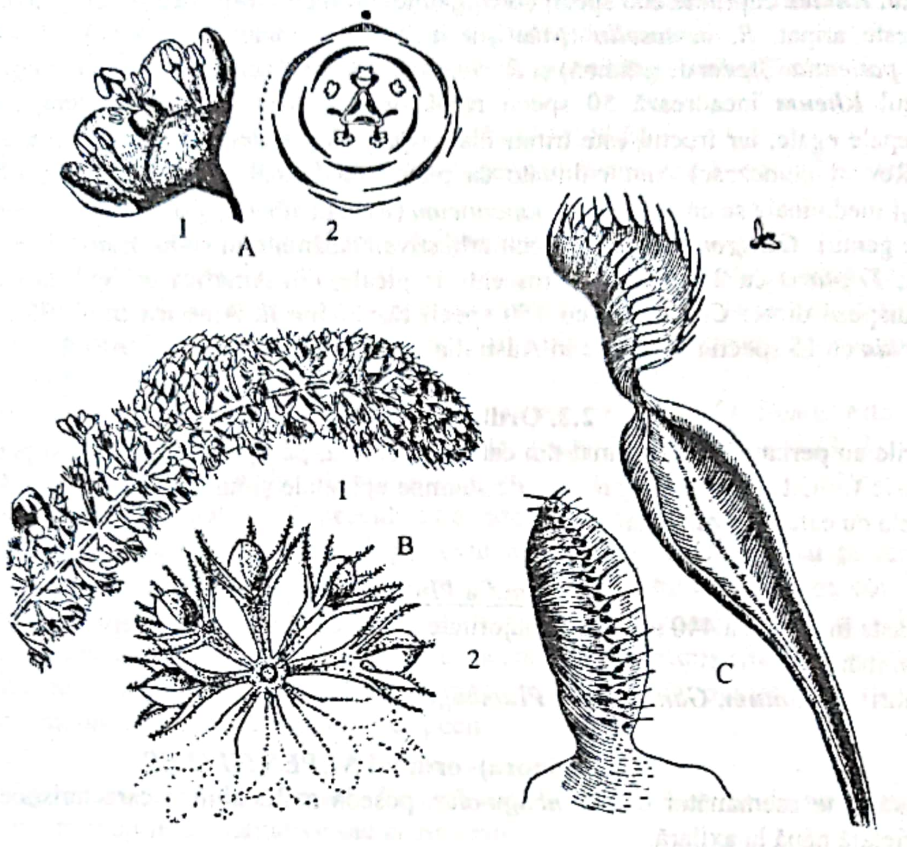
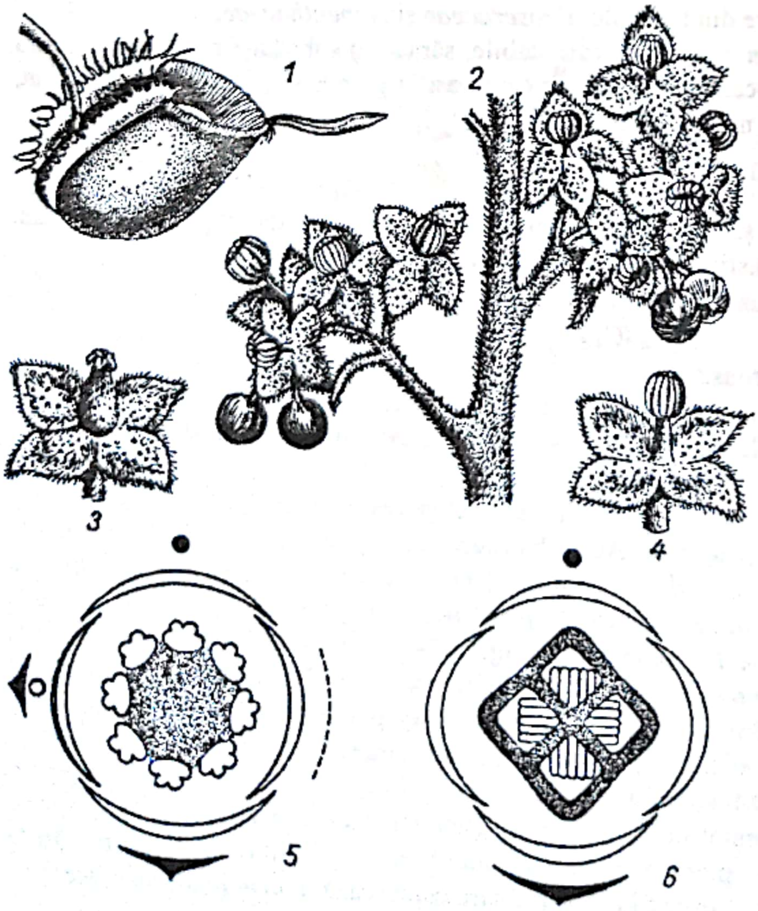


Fig. 298. *Droseraceae*: A – *Drosera rotundifolia*: 1 – floarea; 2 – diagrama florală; B – *Aldrovanda vesiculosa*: 1 – habitusul plantei cu frunze submerse și capcane; 2 – un fragment de frunză cu capcane (mărite); C – *Dionaea muscipulla* – frunze transformate în capcane (după Soó)



Familia *Nepenthaceae*

Se încadrează aici un singur gen: ***Nepenthes*** (fig. 299) cu 70 de specii subarbustive sau arbustive răspândite din China până în Australia și Madagascar. Florile sunt unisexuate, dispuse dioic.

♂ $P_{2+2}A_{4-16}$; ♀ $P_{2+2}G_{\underline{(4)}}$

Prin convergență cu *Sarraceniacea*-le și la acestea s-au format, din segmente ale frunzei, capcane specializate și caracteristice pentru capturarea unor animale mici. Unele specii sunt frecvent cultivate în spații închise.

Fig. 299. *Nepenthes sp.*: 1 – parte a frunzei transformată în capcană; 2 – fragment de lăstar cu flori ♀; 3 – floare ♀; 4 – floare ♂; 5 – diagrama florii ♀; 6 – diagrama florii ♂ (după Soó)

3.4. Ordinul *TAMARICALES*

În acest ordin sunt încadrate plante lemnoase sau erbacee, adesea halofile, cu glande care elimină surplusul de sare.

Familia *Tamaricaceae*

Genul ***Tamarix*** încadrează specii asiatic-mediteraneene, dintre care unele sunt frecvent plantate în parcuri: *T. gallica, T. tetrandra* (Cătina roșie) se cultivă frecvent ca arbuști sau arbori ornamentali; *T. ramosissima* crește pe aluviuni nisipoase, uneori sărăturate.

2.4. Subclasa *ROSIDAE** s. lat.

Împreună cu *Caryoplyllidae*- le, care sunt așezate înainte, *Rosidae*- le formează structura mijlocie a Cl. *Rosopsida.*

Pe baza a numeroase cercetări actuale, inclusiv analiza secvențelor de ADN, *Rosidae* –le au o mai largă cuprindere. Ele includ și mari părți ale *Hamamelidae*- lor și *Dilleniidae*- lor, care, mai înainte, au fost tratate ca subclase proprii.

Rosidae- le, cu cele peste 90.000 specii, grupate în mai mult de 180 familii și extrem de diversificate ca forme de viață (lemnoase și erbacee), au cucerit aproape toate mediile de viață ale Terrei.

Pe lângă dominanta simetrie radiară a florilor lor bisexuate (mai rar unisexuate), uneori apare și zigomorfia (dorsi-ventralitatea). Caracteristica florilor lor este ciclia, cu 5 sau 4 elemente componente și formarea unui periant dublu din caliciu și corolă. La *Rosidae* caliciul reprezintă perigonul simplu de la primarele *Magnoliopsida* și *Rosopsida*. Petalele, însă, s-au format din cercul extern de stamine transformate în staminodii. Petalele sunt totdeauna libere.

Androceul este, la cele mai numeroase specii, diplostemon, însă, deseori s-a ajuns și la poliandrie secundară, cu dezvoltare centripetală sau centrifugală. În legătură cu trecerea la anemofilie, petalele și un cerc de stamine s-au redus până la dispariție, fenomen numit apetalie secundară și haplostemonie. Grăuncioarele de polen au doi sau trei nuclei, sunt primar tricolpate, dar apar și forme derivate de la acestea.

Gineceul la ordinele bazale este alcătuit din carpele libere (choricarpe), însă la cele mai multe *Rosidae* predomină coenocarpia (concreșterea carpelelor). Ovulele au aproape totdeauna două integumente și sunt crasinucelate. Foarte rar se poate întâlni reducerea numărului integumentelor sau micșorarea nucelei. Endospermul secundar se dezvoltă după tipul nuclear.

Plastidele tuburilor ciuruite sunt de tip S.

Din punct de vedere fitochimic, caracteristice sunt substanțele bioactive, ca derivate ale căii acidului shikimic, cum sunt flavonoidele trihidroxilate (exemplu miricetina și leucodelfinina), ale acidului elagic (elagitanine și galotanine). Lipsesc, însă, în mare măsură sau complet, alcaloizii benzilisochinolinici, betalainele, iridoidele, indolalcaloizii ș.a.

În cadrul unor *Rosidae* și anume supraordinele: *Rosanae, Rhamnanae, Faganae, Urticanae, Fabanae și Cucurbitanae*, sunt de remarcat endosimbioze cu unele procariote fixatoare de azot molecular (N_2) din genurile *Rhizobium, Actinomyces, Nostoc* ș.a.

Sistematica. Subdivizarea *Rosidae*- lor este greoaie și, în parte, încă nemulțimitoare. Cele 39 ordine au fost grupate, pe baza a numeroase caractere, inclusiv analiza secvențelor de ADN, în 13 supraordine.

La bază sunt situate supraordinele *Saxifraganae* și *Rosanae*, datorită caracterelor lor plesiomorfe: flori aproape exclusiv bisexuate, radiar-simetrice, cu câte 5 componente; androceu preponderent diplostemon sau secundar poliandric; gineceul format din carpele parțial libere sau uneori, mai mult sau mai puțin, concrescute, cu stilodii libere; ovarele, de regulă generală, cu mai multe ovule; polenizarea zoofilă.

Supraordinele subclasei sunt următoarele: *Saxifraganae, Rosanae, Rhamnanae, Faganae, Urticanae, Fabanae, Cucurbitanae, Myrtanae, Rutanae, Capparanae, Malvanae, Violanae, Celastranae, Santalanae.*

4.1. Supraordinul *SAXIFRAGANAE*

Acest supraordin încadrează plante lemnoase până la erbacee, cu frunze simple, cu sau fără stipule. Fructe dehiscente, capsule sau bace și semințe cu endosperm. Vasele (traheile) prezintă scobituri în formă de scară (scalariforme).

Sistematica. Supraordinul cuprinde ordinele: *Hamamelidales, Dilleniales, Saxifragales, Gunnerales, Podostemales.*

---

* În alte sisteme este divizată în *Rosidae* I și II

1.1. Ordinul *HAMAMELIDALES*

Ordinul este situat la baza subclasei datorită, pe de o parte, vechimii speciilor (Cretacicul Inferior) şi pe de alta caracterelor plesiomorfe ale aparatului vegetativ şi reproducător.

Aici se încadrează plante exclusiv lemnoase, cu frunze nedivizate şi stipulate. Corola este puţin dezvoltată şi floarea prezintă tendinţe spre anemofilie. Prin aceste caractere se apropie de *Trochodendrales* (acum tratate în subcl. *Ranunculidae*), ca având o poziţie sistematică nesigură. În sistemele anterioare erau grupate împreună în subcl. *Hamamelidae*.

Ordinul încadrează familiile: *Hamamelidaceae, Cercidiphyllaceae. Myrothamnaceae.*

Familia *Hamamelidaceae*

Familie disjunctă, cu 100 specii grupate în 23 genuri, puţin numeroase, răspândite în regiunile calde şi temperate ale globului, exceptând Europa. Formula florală: $* K_{5-4}C_{5-4}A_{5-4}G_{\underline{(2)}}$

Reprezentanţii sunt arbori şi arbuşti cu frunze nedivizate sau palmat-divizate, dispuse altern şi cu peri stelaţi. Inflorescenţele sunt spice sau capitule cu involucru format din bractei colorate. Florile sunt bisexuate sau secundar unisexuate, pe tipul 5 sau 4, cu gineceul format din 2 carpele concrescute. Polenizarea este entomofilă, iar fructul este o capsulă septicidă sau loculicidă.

Importanţă economică prezintă: *Hamamelis virginiana*, care conţine uleiuri medicinale; *H. mollis* (fig. 300.); *Liquidambar orientalis* şi *L. styraciflua*, din care se extrag răşini şi se prepară cherestea de o calitate deosebită. În parcuri dendrologice, grădini botanice etc. se mai cultivă specii ale genurilor *Parrotia, Corylopsis* ş.a. la care florile apar înaintea frunzelor, care, toamna târziu sunt variat colorate

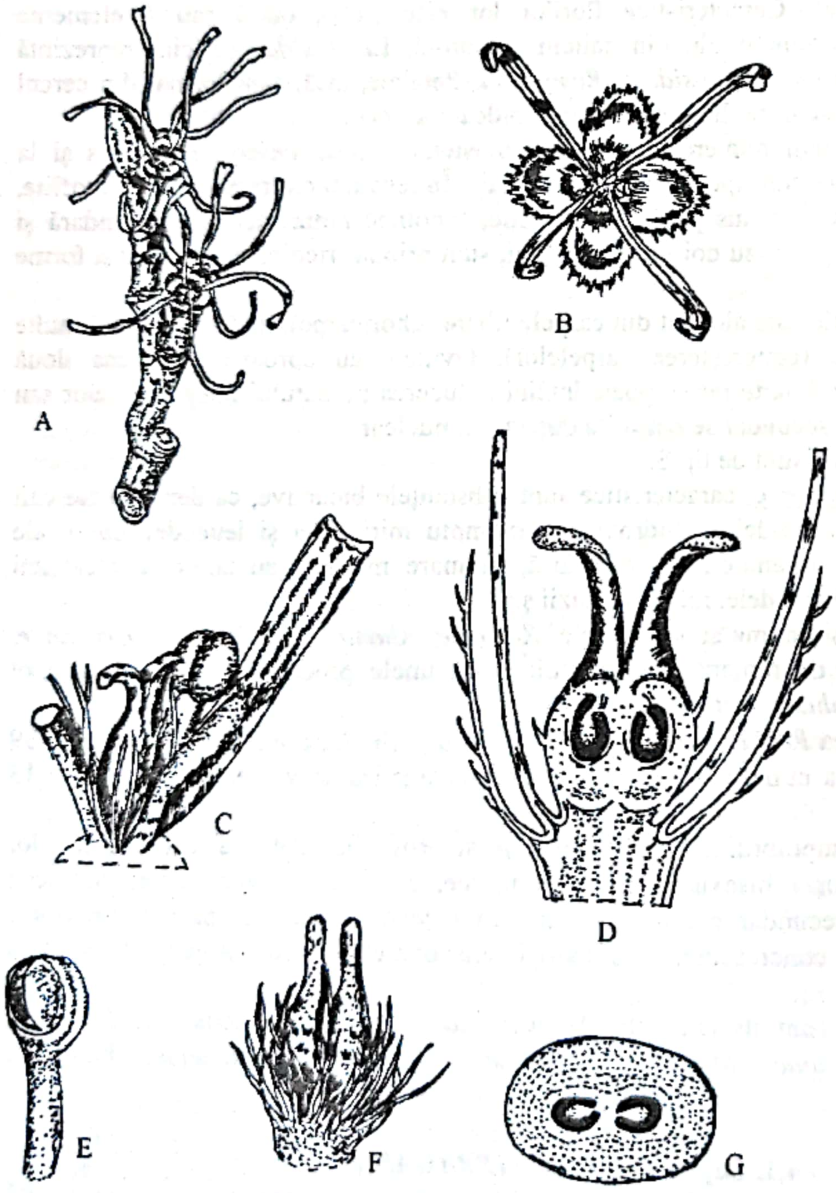


Fig. 300. *Hamamelis mollis*: A – lăstari fără frunze, cu flori glomerulate; B – floare pe tipul 4, actinomorfă, bisexuată; C – gineceul cu ovarul superior, înconjurat de numeroşi peri lungi, o staminodie, o stamină şi parte a unei petale; D – secţiune longitudinală în gineceul alcătuit din două carpele unite, fiecare cu câte un ovul anatrop, partea bazală a două petale şi 2 sepale păroase; E – porţiunea terminală a unei stamine cu antera cu două thece cu dehiscenţă valvată; F – carpele tinere concrescute numai la bază cu stilodiile şi stigmatele libere; G – secţiune transversală în ovar cu 2 loculi, fiecare cu câte un ovul (după Hickey et King)

Familia *Cercidiphyllaceae*

Familie cu un singur gen: ***Cercidiphyllum***, care are două specii dioice, răspândite în China şi Japonia. Au flori foarte reduse, sunt anemofile şi au încă fructe dehiscente. *C. japonicum* furnizează un lemn de calitate apreciabilă.

Familia *Myrothamnaceae*

Familie cu un singur gen: ***Myrothamnus*** cu două specii răspândite în Africa de Sud şi Madagascar. Sunt arbuşti cu frunze opuse şi fructul o capsulă septicidă. Sunt plante rezistente la uscăciune.

Ordinele 1.2. (*Dilleniales*) şi 1.3. (*Saxifragales*) se caracterizează prin dezvoltarea, alături de plantele lemnoase, şi a speciilor erbacee, parţial cu frunze compuse şi fără stipule, cu corole frapante şi polenizare zoofilă.

1.2. Ordinul *DILLENIALES*

Ordinul încadrează specii arbustive sau subarbustive, mai rar erbacee perene, cu frunze penat-divizate sau simple. Florile au sepale şi petale, dar dispuse spirociclic. Androceul este secundar poliandric, cu dezvoltare centrifugală. Se consideră că androceul *Dilleniales* a derivat dintr-un androceu oligostemon prin dedublări succesive ale staminelor iniţiale. Carpelele sunt libere, cu numeroase ovule bitegminate sau unitegminate (mai rar), dar intermediare la nucelă, variind de la crasinucelate la tenuinucelate. Se întâlneşte şi o combinaţie necaracteristică la ovule: bitegminate şi tenuinucelate.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Paeoniaceae, Dilleniaceae.*

Familia *Paeoniaceae*

Plantele încadrate aici sunt arbuşti, subarbuşti sau plante erbacee robuste, cu frunze variat divizate. Florile sunt mari, bisexuate, radiar-simetrice, cu disc nectarifer intrastaminal. Fructele sunt polifolicule semi-cărnoase, dehiscente, cu numeroase seminţe prevăzute cu aril. * $K_{3-6}C_{6-10}A_{\infty}G_{\underline{5-2}}$

Familie monotipică: genul ***Paeonia*** (Bujorul) cu 33 specii răspândite în Emisfera de Nord. **P.* *suffruticosa* este arbust de până la 2 m înălţime, cu flori mari în diferite nuanţe de roşu. **P. lutea* are flori galbene. Spontane în flora României sunt: *P. peregrina*, care se află în păduri de foioase, tufărişuri, luminişuri de pădure din sudul Moldovei, Dobrogei, Olteniei (Pleniţa, Verbiţa, Verbicioara); *P. tenuifolia* (Bujorul de stepă) are segmentele frunzelor filiforme; *P. dahurica* şi *P. mascula* sunt specii rare în etajul gorunului, pe pante însorite. Cultivate pentru ornament sunt: **P. officinalis* (Bujorul roşu) (fig. 301), *P. lactiflora* (Bujorul alb).

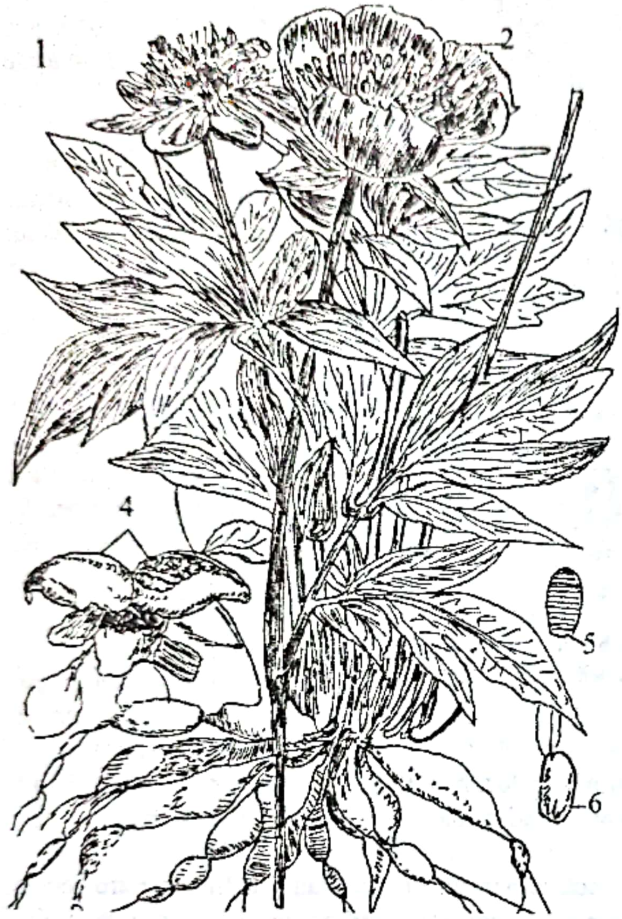


Fig. 301. *Paeonia officinalis*: 1 – habitusul general al plantei; 2 – floarea; 3 – rădăcini tuberizate caracteristice; 4 – două folicule mature libere, în faza de dehiscenţă; 5-6 – seminţe (după Elements de Botanique)

Familia *Dilleniaceae*

Familia încadrează circa 300 specii subtropicale, care probabil fac trecerea la *Asteridae - Theanae*. Sunt specii preponderent lemnoase (arbuşti, arbori, liane) şi mai puţine erbacee. Frunzele sunt simple, cu marginea întreagă, rareori compuse, cu sau fără stipule. Florile sunt bisexuate sau unisexuate, dispuse în inflorescenţe sau solitare, cu numeroase stamine şi carpele. Fructul este o capsulă sau bacă.

Genuri: ***Dillenia*** cu 30 specii în Indo-Malaezia şi Australia; ***Dolicocarpus*** cu 30 specii sudamericane cu fructe toxice; ***Hibbertia*** cu peste 100 specii australiene ş.a.

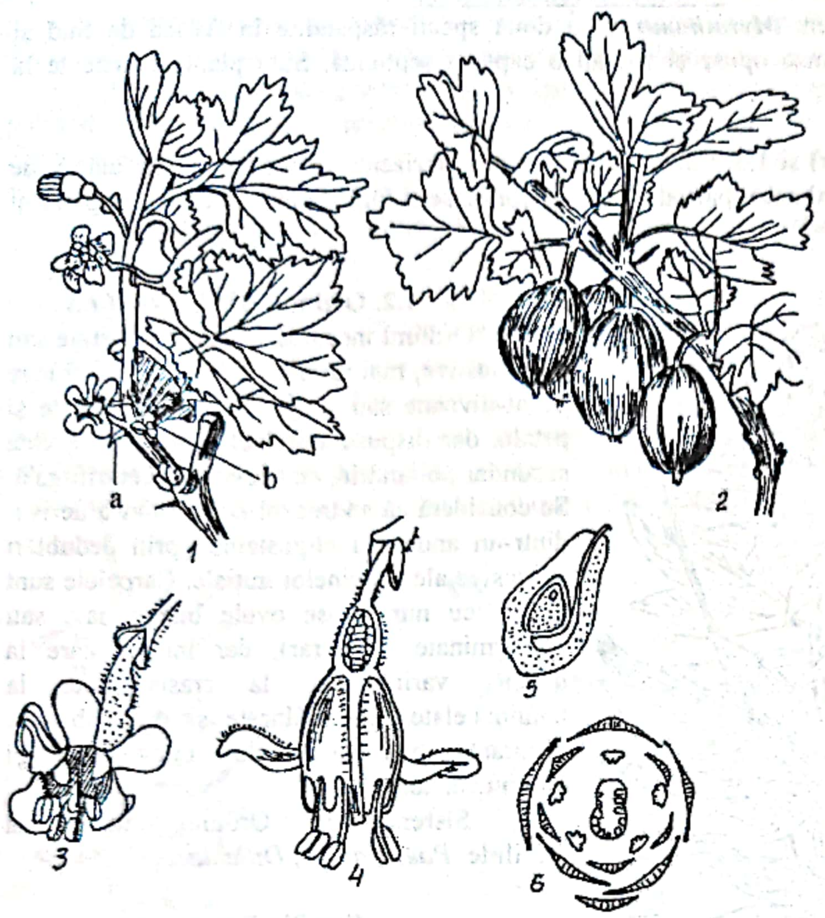


Fig. 302. *Ribes uva-crispa*: 1 – lăstar cu flori: a – ghimpe; b – boboci florali; 2 – lăstar cu fructe mature; 3 – floare; 4 – secţiune longitudinală în floare; 5 – sământă secţionată; 6 – diagrama florală

1.3. Ordinul *SAXIFRAGALES*

Aceste ordin încadrează specii lemnoase sau erbacee, cu flori bisexuate, periantul ciclic, de cele mai multe ori cu androceu obdiplostemon, carpelele mai mult sau mai puţin concrescute şi fructe capsule sau bace.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Iteaceae, Grossulariaceae, Saxifragaceae* s. str., *Haloragaceae*.

Familia *Iteaceae*

Familie cu un singur gen: *Itea* cu 10 specii răspândite în Asia Orientală şi America de Nord. Sunt plante lemnoase.

Familia *Grossulariaceae*

Familia încadrează specii arbustive cu frunze simple cu nervaţiune palmată, dispuse altern. Florile sunt pe tipul 5, sinsepale, dar choripetale, bisexuate sau dioice. Stamine 5, gineceu inferior, fructul bacă.

$* K_{(5)}C_5A_5\overline{G}_{(2)}$

Ribes uva-crispa (*Grossularia reclinata*) (Agrişul comun) (fig. 302) este specie variabilă cu subspecii spontane şi cultivate pentru bacele lor. Nodurile şi internodurile lăstarilor sunt acoperite cu ghimpi 1-3 furcaţi. Florile sunt dispuse axilar, câte 1-3. Fructul este o bacă verzuie, gălbuie sau roşcată, comestibilă.

Specii de *Ribes* fără ghimpi: *R. nigrum* (Coacăzul negru) este spontan şi cultivat pentru bacele negre, comestibile, bogate în vitamina C; *R. rubrum* (Coacăzul roşu) are fructe roşii, comestibile, dar şi valoare medicinală (*Syrupus Ribium*, med.); *R. sanguineum* (Cuişor roşu) este originar din America de Nord şi se cultivă pentru ornament (prin florile roşii); *R. aureum* (Coacăz auriu) este cultivat pentru ornament prin florile galbene aurii.

Familia *Crassulaceae*

Familie cu circa 1.500 specii în majoritate erbacee, cu frunze suculente, mai rar plante frutescente. Se întâlnesc, de regulă generală, în locuri uscate, stâncoase, sărace în apă, din regiunile calde şi temperate ale globului. Înmulţirea vegetativă este frecventă şi se realizează prin rizomi sau muguri aerieni.

Florile sunt bisexuate, rareori unisexuate, actinomorfe, grupate în cincine, cu piesele florale în număr variabil, libere, neconcrescute. Fructul este o polifoliculă cu seminţe foarte mici.

$* K_5C_5A_5G_{\underline{2-5}}$

Genuri autohtone: ***Sedum*** (Iarba de Şoaldină) cu flori pe tipul 5 (rar 4 sau 6) şi fără rozetă bazală de frunze: *S. maximum* (Iarba grasă), *S. acre* etc. sunt spontane; ***Sempervivum*** cu flori pe tipul 8-16, cu frunze bazale care alcătuiesc o rozetă densă: *S. montanum* (Verzişoară de munte) cu flori roşii-violacei, creşte pe stâncării montane şi alpine; *S. tectorum* (Urechelniţă) are flori roze şi se cultivă pentru ornament.

Genuri exotice: ***Crassula***, cu 400 specii răspândite în Africa de Sud: C. arborea este frecvent cultivată în spaţii închise; ***Kalanchloë*** cu 250 specii africane, care se cultivă ca plante ornamentale de sere şi apartamente; ***Cotyledon*** cu 60 specii mediteraneene. *C. paniculata* este arbore mic, de 1-2 m înălțime, cu trunchiul gros, crește în Africa de Sud; **Bryophyllum** (ca și *Sedum* și *Sempervivum*) se înmulțește frecvent prin muguri foliari (viviparie); **Aeonium** cu circa 50 specii răspândite în Africa și Ins. Canare.

Familia *Saxifragaceae* s. str.

Familia încadrează plante exclusiv erbacee, cu frunze simple sau compuse, dispuse altern sau în rozetă bazală. Florile sunt pe tipul 5, heterochlamideice, cu androceu obdiplostemon (5+5) și gineceu din 2 (-4) carpele concrescute numai în partea bazală. Stilodiile sunt în număr mai mare decât carpelele. Fructul este o capsulă dehiscentă. Poziția gineceului este variabilă.

$$* K_5C_5A_{5+5}G_{2\,(-4)}$$

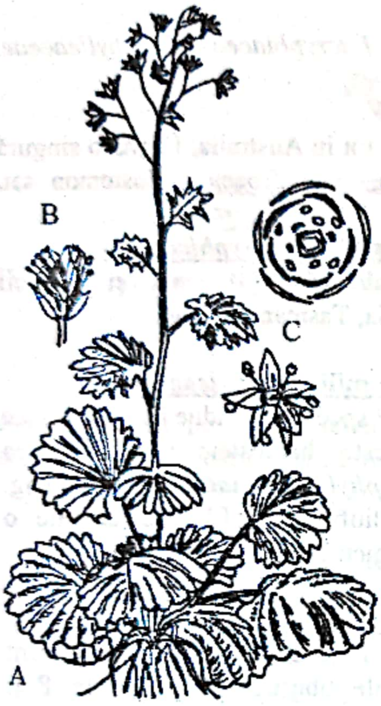


Fig. 303. *Saxifraga granulata*: A – habitusul plantei; B – floarea; C – diagrama florală

Genuri autohtone: ***Saxifraga*** (lat. saxum- stâncă; frago- a sparge, aluzie la rădăcinile acestor plante care se înfig în crăpături de stânci și duc treptat la sfărâmarea acestora). Florile sunt mici, numeroase, grupate în raceme, panicule sau corimbe. Speciile genului *Saxifraga* ajung până în zona arctic-alpină ca forme diferite de viață (plante cu rozetă și pernițe dense) atingând granițele climatice extreme ale plantelor vasculare. În flora României sunt circa 25 specii spontane, răspândite în variate biotopuri din regiunea montană și alpină. *S. aizoon* (Iarba surzilor), *S. cuneifolia* (Iarba căşunăturii) ş.a. Cultivată pentru ornament este specia chino-japoneză *S. sarmentosa* (în sere și apartamente), care se înmulțește frecvent prin stoloni aerieni; *S. granulata* (fig. 303); ***Parnassia*** cu specia *P. palustris* (Şopârliță albă) crește în lungul pâraielor montane, locuri mlăștinoase. Are frunze cordate și o floare solitară, albă; ***Chrysosplenium*** (Splină) cu două specii montane palustre, de talie mică și flori galbene (*Ch. alternifolium, Ch. opossitifolium*). Genuri exotice: ***Bergenia*** cu specia *B. crassifolia* (Badan, Curechi) originară din Asia Centrală, unde se prezintă ca subarbust. La noi se cultivă prin parcuri și grădini ca specie ornamentală, erbacee perenă, cu frunze rozulare, groase, cărnoase și flori roșii-violacei, ce apar primăvara foarte devreme; ***Astilbe*** cu 25 de specii est-asiatice și nord-americane. A. japonica se cultivă pentru ornament. Are flori mici albe; ***Heuchera*** cu 50 specii nord-americane, cultivate pentru ornament. *H. sanguinea* are flori roșii ca sângele; ***Mitella*** cu 15 specii siberiene, japoneze și nord-americane.

Familia *Haloragaceae*

Aceasta încadrează plante erbacee cu periant redus, carpele concrescute, dar stilodii libere și fructe indehiscente.

Genuri: ***Myriophyllum*** cu specii autohtone acvatice sau palustre, la care frunzele sunt foarte fin divizate; ***Halorrhagis*** cu 60 specii acvatice și terestre (chamaefite) răspândite în Australia.

1.4. Ordinul *GUNNERALES*

Acest ordin reprezintă o linie de evoluție erbacee, izolată, cu caractere de primitivitate. Florile sunt bisexuate până la unisexuate și fără petale.

Familia *Gunneraceae*

Familie monogenerică: genul ***Gunnera*** cu 30 specii răspândite în Emisfera de Sud. Sunt arbuști cu frunze mari pețiolate, cu nervațiune palmată. În mucilagiile din spațiile intercelulare ale rizomului lor trăiesc ca simbionți *Nostoc* sau *Chroococcaceae*.

1.5. Ordinul *PODOSTEMALES*

Familia *Podostemaceae*

Familia încadrează 275 specii răspândite în America și Asia tropicală. Cresc în ape curgătoare repezi și au corpul vegetativ simplificat foarte mult, asemănător talului.

Genuri: ***Podostemon, Dicraea, Apinagia*** ș.a.

4.2. Supraordinul *ROSANAE*

Spre deosebire de supraord. *Saxifragane*, la *Rosanae* pereţii transversali ai traheilor (vaselor) sunt total străpunşi, uşurându-se, astfel, circulaţia sevei brute. Alt caracter apomorf se referă la faptul că endospermul este redus sau lipseşte cu totul.

Delimitarea *Saxifraganae*- lor (situate la bază) de *Rosanae* şi celelalte *Rosidae* superioare se bazează mai ales pe cercetări ale secvenţelor de ADN.

Sunt cuprinse următoarele ordine: *Cunoniales, Geraniales, Rosales*.

2.1. Ordinul *CUNONIALES*

Plante lemnoase din Emisfera de Sud, cu frunze penate sau trifoliolate, opuse sau verticilate, cu stipule.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Cunoniaceae, Eucryphiaceae, Staphylleaceae, Oxalidaceae, Cephalotaceae*.

Familia *Cunoniaceae*

Aceasta încadrează 340 de specii din Emisfera de Sud, peste tot în Australia. Există o singură specie africană (***Cunonia capensis***). Florile, adesea, sunt apetale, cu androceu diplostemon sau secundar poliandric.

Familia *Eucryphiaceae*

Familia încadrează 2 (3) genuri şi 5 specii răspândite în Australia, Tasmania, Chile.

Familia *Staphyleaceae*

Familie cu 27 specii răspândite în Emisfera de Nord. Androceul este haplostemon. În Europa Centrală se află ***Staphylea pinnata*** (Clocotiş) (fig. 304.), un arbust heliofil, termofil. Fructul este o capsulă veziculoasă, membranoasă.

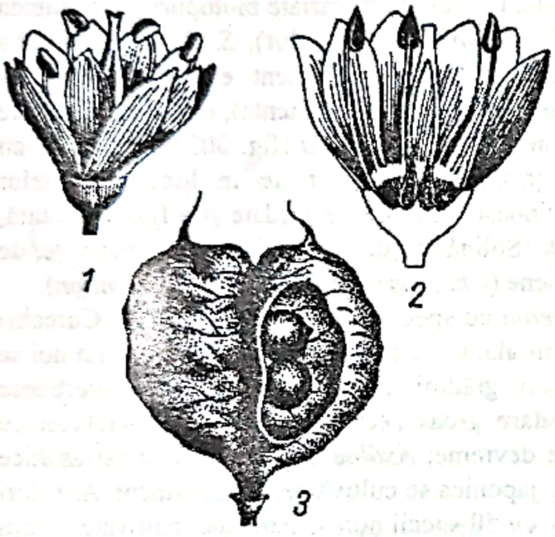


Fig. 304. *Staphylea pinnata*: 1 – habitusul plantei; 2 – secţiune longitudinală în floare; 3 – diagrama florală (după Soó)

Familia *Oxalidaceae*

Reprezintă o linie de evoluţie preponderent erbacee, cu plastide ale tuburilor ciuruite de tip P şi flori cu androceu obdiplostemon. Se prezintă atât ca plante erbacee, dar şi ca butuci cărnoşi sau bulboşi, rareori arbuşti (*Oxalis sp.*) sau arbori (*Averrhoa*), uneori ca liane sau suculente.

Frunzele sunt adesea în rozetă, digitat compuse, alterne, cu sau fără stipule. Uneori prezintă mişcări nictinastice.

Florile sunt bisexuate, chorisepale şi choripetale, actinomorfe, pentamere, cu staminele unite prin baza filamentelor, entomofile sau cleistogame. Gineceul este format din 5 carpele unite, cu ovar 5-locular, în fiecare locul cu 1-2 ovule anatrope. Fructul este capsulă loculicidă.

$$* K_5C_5A_{5+5}G_{\underline{(5-3)}}$$

Genul ***Oxalis*** încadrează circa 900 specii larg răspândite în lume, la latitudini mai calde (America Centrală şi de Sud, sudul Africii etc.). Se prezintă ca forme de viaţă extrem de variate: erbacee unianuale, perene, cu tuberculi, bulbi, suculente, arbustive, cu stoloni, ca liane, specii bulbifere, acvatice etc. Frunzele sunt trifoliolate, cu foliole mobile (nictinastice). Capsulele dehiscente aruncă seminţele la oarecare distanţă de planta mamă. *O. tuberosa* (Oca) se cultivă în ţările Americii de Sud pentru tuberculi, frunze şi lăstarii tineri cu valoare alimentară. În flora României specia cea mai comună este O. acetosella (Măcrişul iepurelui) (fig. 305), care creşte în păduri de fag sau fag cu răşinoase, molidişuri. Este plantă oxaliferă (conţine acid oxalic şi oxalaţi de Na şi P). Este toxică pentru oi, primăvara devreme, provocând gastroenterite, mortale deseori.

O. stricta şi *O. corniculata* sunt specii adventive (nord-americane) în flora României.

Genul ***Biophytum*** cu 50 de specii intertropicale.

Genul ***Averrhoa*** cu 2 specii Indo-Malaeziene şi braziliene, arborescente (de 10-12 m înălţime). Se cultivă la tropice pentru fructele comestibile.

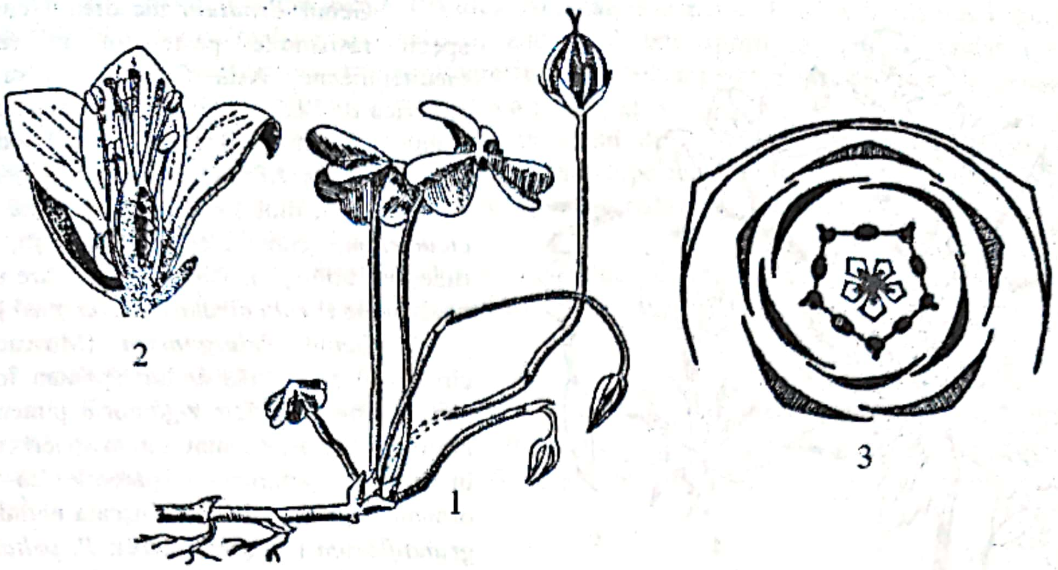


Fig. 305. *Oxalis acetosella*: 1 – habitusul plantei; 2 – secțiune longitudinală în floare; 3 – diagrama florală (după Soó)

Familia *Cephalotaceae*

Familia încadrează un singur gen (***Cephalotus***) cu o specie: *C. follicularis*, răspândită în sud-vestul Australiei, pe nisipuri umede sau în mlaştini. Prezintă o uimitoare convergență cu *Nepenthes* şi *Sarracenia* (plante carnivore), formând frunze-cană, complexe, care captureză insecte mici.

2.2. Ordinul *GERANIALES* s. str.

Ordinul încadrează plante preponderent erbacei, mai înainte strâns legate de *Oxalidaceae*. Stilodiile carpelelor sunt concrescute până la vârf, iar ovarele conțin 1-2 ovule.

Familia *Geraniaceae*

Familia încadrează 720 specii cosmopolite, dar cu particularități geografice interesante: *Geranium* – cosmopolit, *Erodium* – în regiunea mediteraneană şi unele specii în America intertropicală; *Pelargonium* – peste tot în Africa de Sud.

Frunzele sunt divers divizate, de regulă generală prevăzute cu stipule. Perii glandulari, de pe tulpină şi frunze, secretă substanțe volatile ca geraniol, mentonă etc.

Florile sunt pe tipul 5, bisexuate, actinomorfe sau zigomorfe, hipogine. Caliciul este alcătuit din 5 sepale libere, persistente pe fruct, corola alcătuită din 5 petale libere, staminele de 2-3 ori mai numeroase decât petalele, mai mult sau mai puțin unite la bază, unele verticile uneori reduse la staminodii (la *Erodium*). Gineceul este format din 5 carpele lungi, unite la bază, poartă câte două ovule, dar se dezvoltă numai unul. Părțile superioare sterile ale carpelelor formează un cioc alungit, care se termină cu 5 stigmate libere. La maturarea fructelor şi semințelor, numai părțile interioare ale carpelelor rămân ca o coloană centrală, în timp ce pereții exteriori, care în partea de jos închid câte o sământă, se detaşează. Aceştia rămân legați cu coloana centrală şi catapultează semințele (la *Geranium* – Ciocul berzei) (fig. 306-B).

$$* \; K_5C_5A_{5+0;5+5;5+5+5}G_{\underline{(5-3)}}$$

La *Erodium* (Piscul cocoşului, Ciocul bâtlanului) pereții se desfac împreună cu semințele ca fructe parțiale (fructe scindabile) (fig. 306-C), la care părțile superioare servesc ca mustăți higroscopice. La *Geranium* rostrul se răsuceşte, în cădere pe sol, în cerc, iar la *Erodium* în spirală. Căzând pe sol, datorită umidității, rostrul se derulează, fructulețele pătrund în sol, unde semințele germinează.

Genul ***Geranium*** cuprinde circa 400 specii cosmopolite, răspândite mai ales în regiuni temperate. Androceul este diplostemon (5+5). În flora României se află circa 20 specii răspândite de la câmpie până în regiunile subalpine: *G. phaeum* (Pălăria cucului), *G. sanguineum*; *G. sylvaticum: G. robertianum* (Năpraznicul), care este frecvent în locuri umede, stâncoase, păduri etc. Utilizări medicinale au părțile aeriene (*Geranii robertiani herba*, med.); *G. pratense* (fig. 306).

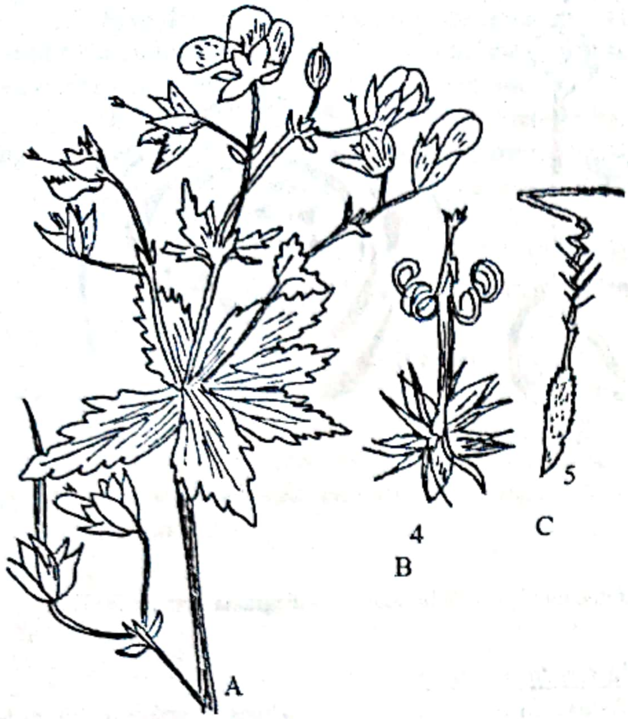


Fig. 306. *Geraniaceae*: A – *Geranium pratense* (habitusul plantei); B – fructul de la *Geranium sanguineum*; C – fructul de la *Erodium cicutarium*

Genul ***Erodium*** încadrează circa 100 specii răspândite peste tot în regiunile mediteraneene, Asia Centrală, Australia și America de Sud. Androceul este alcătuit din 5 stamine fertile și 5 sterile (staminodii.). O specie este în Africa de Sud. În România se află 4 specii, dintre care, mai comună este *E. cicutarium*, care crește în pajiști, locuri ruderale, tufărișuri. Partea aeriană are utilizări medicinale (*Erodi cicutarii herba*, med.).

Genul ***Pelargonium*** (Mușcata) are circa 250 specii răspândite spontan în sudul Africii. Prezintă flori zigomorfe pintenate. În regiunile temperate sunt numai specii cultivate în sere, apartamente, parcuri, ca plante ornamentale: *P. zonale* (Mușcata comună); *P. grandiflorum* (Mușcata mare); *P. peltatum*, la care pețiolul are inserție peltată pe dosul limbului; *P. radula*, la care segmentele frunzelor sunt înguste. Sunt mult cultivate, mai ales ca hibrizi. Pintenul este, pe toată lungimea sa, concrescut cu pedunculul florii.

2.3. Ordinul *ROSALES*

Caracterele comune ord. *Rosales*: androceu pleiomer verticilat cu dezvoltare centrifugală; gineceu choricarpelar (cu excepția celui monocarpelar de la *Prunoideae*); ovule mai mult sau mai puțin numeroase în fiecare ovar, cu câteva excepții care au doar 1-2 ovule. De asemenea, în contrast cu ordinele anterioare, la *Rosales* endospermul este în totalitate consumat până la maturarea semințelor.

Ordinul cuprinde o singură familie, mare, eterogenă.

Familia *Rosaceae*

Familia încadrează 120 genuri și peste 3.100 specii, larg răspândite pe Terra. Formele de viață sunt foarte variate: lemnoase (arbori, arbuști, subarbuști) dar și erbacee perene și mai puține unianuale. Frunzele sunt simple sau compuse, dispuse altern și cu stipule persistente sau caduce.

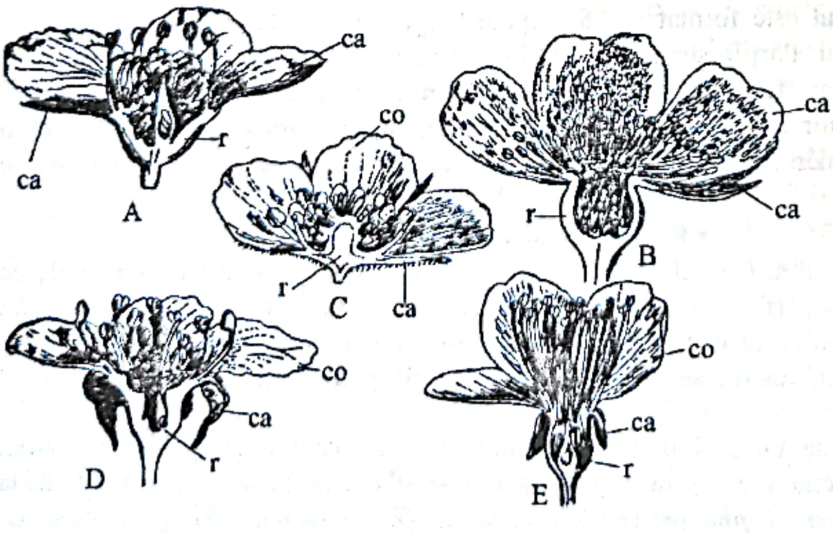


Fig. 307. Fam. *Rosaceae* – flori în secțiune longitudinală: A – *Spiraea sp.*; B – *Rosa sp.*; C – *Fragaria vesca*; D – *Prunus x communis*; E – *Cerasus sp.*: ca – caliciu; co – corola; r – receptaculul (după Soó)

Florile sunt radiar simetrice, bisexuate, mai rar solitare, de regulă grupate în inflorescențe racemoase sau cimoase. Receptaculul prezintă mare variabilitate, putând fi conic-disciform, plan sau în formă de cupă, numit hipantiu (fig. 307). Caliciul este alcătuit din 5 sepale libere. La genurile *Fragaria*, *Potentilla*, *Geum*, *Alchemilla* la exteriorul caliciului se află caliciul extern (caliculul sau epicaliciul) alcătuit din 5 hipsofile, asemănătoare sau deosebite față de sepale. Corola prezintă 5 petale egale, libere între ele. Uneori numărul petalelor crește prin metamorfozarea staminelor şi florile se numesc involte (bătute) sau petalele dispar cu totul şi florile trec la polenizarea anemofilă (ex. *Sanguisorba* ş.a.). Adesea, androceul este sporit în mod secundar (poliandrie secundară). La gineceu se pot urmări progresii de la policarpelar choricarp până la pentacarpelar choricarp, bicarpelar choricarp sau chiar monocarpelar (fig. 308).

Poziţia gineceului în floare prezintă progresii de la hipogină (superioară) spre perigină (semiinferioară) sau epigină (inferioară), în care caz carpelele sunt cufundate în receptacul, cu care concresc sau nu. Fructele prezintă, de asemenea, mare variabilitate şi se pot urmări progresii de la cele dehiscente la cele indehiscente (fig. 309).

Pe baza variabilităţii receptaculului, a gineceului şi fructului, familia se divide în 4 subfamilii: *Spiraeoideae, Rosoideae, Maloideae, Prunoideae.*

Subfamilia *Spiraeoideae*

Arbori sau arbuşti cu frunze simple sau compuse dispuse altern. Flori bisexuate cu receptacul plan sau puţin concav, gineceu superior alcătuit din 5 carpele libere din care se formează fructele polifolicule dehiscente (fig. 309-1). Sunt singurele *Rosaceae* cu aceste caractere plesiomorfe ale fructului.

$* K_5C_5A_{10+10+10}G_{\underline{5-2}}$

Genuri mai importante: ***Spiraea*** (Cununiţă, Taulă) cu câteva specii spontane şi mai multe cultivate pentru ornament prin florile şi frunzele lor. *S. x vanhouttei* este hibrid cu flori albe numeroase grupate în corimbe simple; ***Sorbaria*** cu specia *S. sorbifolia* este de origine asiatică şi se cultivă frecvent pentru ornament; ***Aruncus***, ***Exochorda*** ş.a. ***Kerria** japonica* (Trandafirul japonez) este arbust ornamental cu flori mari, galbene, involte, care apar primăvara devreme.

Genul ***Quillaja*** are 3 specii răspândite în America Centrală şi de Sud. *Q. saponaria* este arbust din America Centrală. Scoarţa sa, cunoscută sub numele de „lemn de Panama" conţine saponine utilizate la fabricarea unui săpun special folosit pentru curăţirea stofelor scumpe, fără a altera coloraţia acestora; *Q. brasiliensis*.

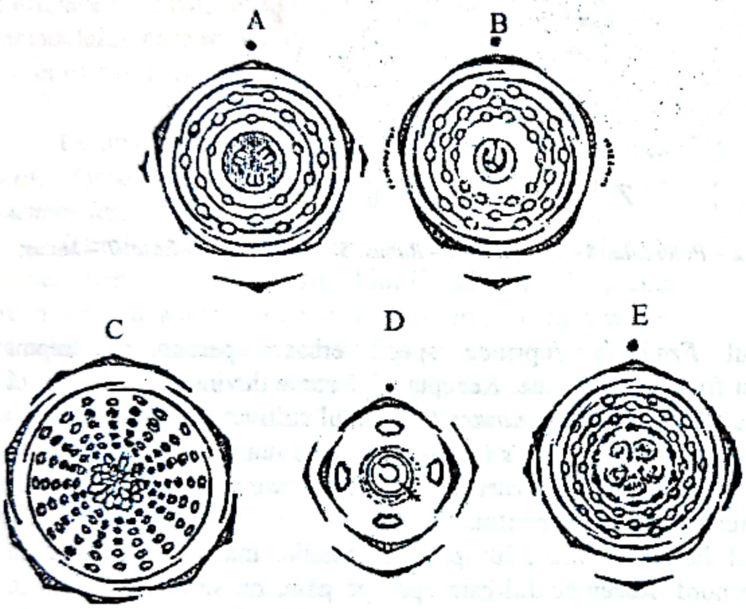


Fig. 308. Diagrame florale la *Rosaceae*: A – *Sorbus domestica*; B – *Prunus padus*; C – *Rosa tomentosa*; D – *Sanguisorba officinalis*; E – *Spiraea hypericifolia* (după Eichler din Karsten)

Subfamilia *Rosoideae*

Aceasta încadrează plante lemnoase sau erbacee perene, rareori unianuale, cu frunze simple sau compuse, prevăzute cu stipule persistente. Florile sunt pe tipul 5 şi prezintă receptacul conic, plan sau convex, iar după poziţia gineceului florile variază de la hipogine la epigine. Androceul prezintă poliandrie secundară, iar gineceul este policarpelar choricarp. Fructele sunt nucule unicarpelare indehiscente (fig. 309. 2, 3, 4, 6).

$* K_5C_5A_\infty G_\infty$

Genul ***Rosa*** cuprinde peste 250 specii spontane şi cultivate. Receptaculul are forma unui urcior şi carpelele, respectiv fructele (polinuculele), sunt cufundate şi împlântate în acesta (fig. 309-6). *R. canina* (Măceşul) este arbust de 2-3 m înălţime, cu flori rozee şi ghimpi pe tulpină. Fructele au valoare medicinală (*Cynosbati fructus, fructus sine seminibus, semen*, off.). Ex.: *R. centifolia* (Trandafirul cultivat) cu numeroase cultivaruri; *R. damascena* (Trandafirul de Damasc) la care petalele au largi utilizări industriale, dar şi medicinale (*Aqua Rosae, Oleum Rosae bulgaricum*, med.).

Genul ***Rubus*** se caracterizează prin prezenţa fructelor indehiscente – drupe mici, care sunt alipite între ele pe un receptacul conic (fig. 309-4). *R. caesius* (Murul de mirişte) la care polidrupele negre sunt mici. *R. fruticosus* agg. (Rugul de mure) prezintă polidrupe negre mai mari, comestibile.

Utilizări medicinale au frunzele (*Rubi fruticosi folium*, med.). *R. idaeus* (Zmeurul) este spontan în zona montană, dar se și cultivă frecvent pentru polidrupele roșii, comestibile și cu valoare terapeutică (*Syrupus Rubi idaei*, off.). De la zmeur se valorifică și frunzele (*Rubi idaei, folium*, med.) cu valoare antidiareică și slab spasmolitică.

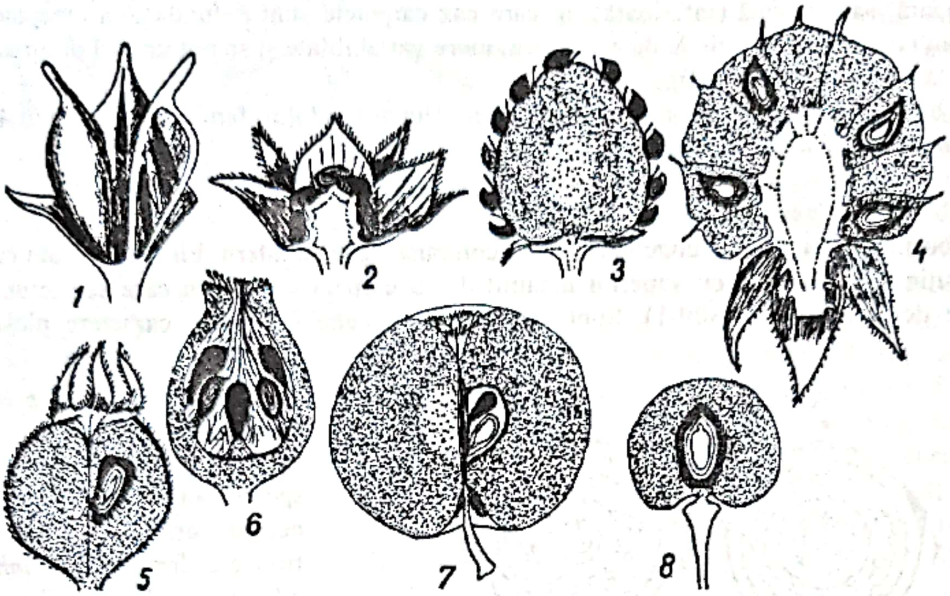


Fig. 309. Fructe la *Rosaceae*: 1 – *Spiraea*; 2 – *Potentilla*; 3 – *Fragaria*; 4 – *Rubus*; 5 – *Mespilus*; 6 – *Rosa*; 7 – *Malus*; 8 – *Prunus* (după Firbas)

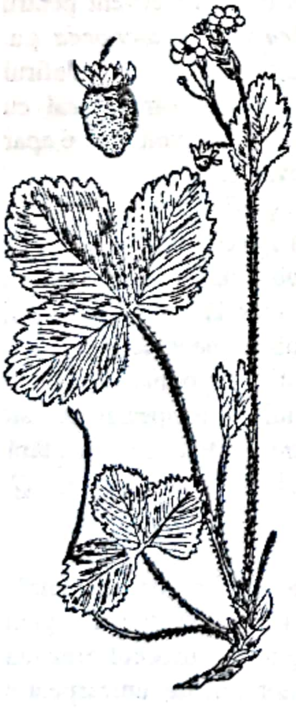


Fig. 310. *Fragaria vesca*: habitusul plantei și fructul matur

Genul ***Fragaria*** cuprinde specii erbacei perene cu tulpini scapiforme și frunze trifoliolate. Receptaculul conic devine cărnos și leagă împreună nuculele. Ex.: *F. x ananasa* (Căpșunul cultivat); *F. vesca* (Fragul de pădure) (fig. 310) și *F. viridis* (Fragii de câmp) sunt spontane, au fructe comestibile. Frunzele au utilizări medicinale (*Fragariae folium*, med.) datorită taninurilor pe care le conțin.

Genul ***Potentilla*** are 500 specii răspândite mai ales în regiunea temperată de nord. Recepatculul este aproape plan, nu se încărnoșează la maturare și pe el se află nuculele slab alipite între ele (fig. 309-2). Peste 30 specii spontane din România se află răspândite în toate zonele și etajele de vegetație, în cele mai variate biotopuri: *P. argentea* (Scrântitoare); *P. reptans* (Cinci-degete) ș.a. Utilizări medicinale au speciile: *P. anserina* (Coada racului) (*Anserinae herba et radix*, med.) și *P. erecta* (Sclipeți) de la care se utilizează rizomii (*Tormentillae rhizoma*, off., *Tinctura Tormentillae*).

La genurile ***Geum*** și ***Dryas*** stilodiile persistente pe fruct, ca niște cârlige sau cu perișori în lungul lor, reprezintă anexe care favorizează răspândirea acestor fructe parțiale (nucule). Ex. *Geum urbanum* (Cerențel), *G. montanum* (Mărțișor). Utilizări medicinale au rizomii de la Geum urbanum (Gei rhizoma, med.). *Dryas octopetala* (Argințica) este semiarbust de tundră cu tulpini târâtoare, frecvent și în Carpați în subalpin și alpin.

La genul ***Alchemilla*** (Crețișoară) cu specii montane perene, frunzele sunt lobate, prevăzute cu stipule. Sunt peste 1.000 specii răspândite în munții Europei, Africa și America tropicală. Toate sunt apomictice.

Unele specii au utilizări medicinale empirice, fiind folosite la tratarea unor răni, sângerări, abcese, dureri abdominale, dureri de cap, calculi renali, hemostatic în lehuzie etc. Frunzele încă nedesfăcute, primăvara devreme, sunt mâncate ca salată, împreună cu cele de păpădie, pătlagină, bănuței, în unele zone ale Rusiei. * $K_{4+4}C_0A_4G_1$

Genul ***Filipendula*** este reprezentat în România de două specii: *F. vulgaris* (Aglică) și *F. ulmaria* (Crețușcă). Utilizări medicinale au florile, partea vegetativă aeriană, dar și rădăcinile de la *F. ulmaria* (*Spiraeae flos, herba, radix, med.*), care crește în locuri mlăștinoase montane.

Agrimonia eupatoria (Turiță mare) este specie erbacee perenă, cu flori galbene, grupate în spice racemiforme alungite. Utilizări medicinale au părțile aeriene (*Agrimoniae herba*, med.)

Genul ***Sanguisorba*** ale carei flori pe tipul 4 sunt lipsite de petale și astfel au trecut la polenizarea secundar anemofilă: $* K_4C_0A_{\infty}G_{\underline{(2)}}$. Este reprezentat în România prin speciile *S. officinalis* (Sorbestrea) și *S. minor*.

Subfamilia *Maloideae* (*Pomoideae*)
– Semințoase

Această subfamilie încadrează plante lemnoase, arbori și arbuști, cu frunze simple, cu stipule care, deseori, cad de timpuriu. Au flori pe tipul 5, cu receptacul concav, poliandrie secundară și gineceu format din 5 - 2 (-1) carpele, slab unite între ele și cu receptaculul. La fructul baciform sau drupaceu format, țesutul cărnos provine din dezvoltarea receptaculului, care se intercalează printre capsule sau drupe mici. În vârful fructului rămân resturile caliciului

$$* K_5\,C_5A_{10+5+5;10+10+10;15\text{-}50}\overline{G}_{\overline{5\text{-}2\text{-}1}}$$

Genuri mai importante din această subfamilie sunt: *Malus, Pyrus, Crataegus, Sorbus, Cydonia, Mespilus, Chaenomeles.*

Genul ***Malus*** încadrează 35 specii răspândite în regiunea temperată de nord. Florile sunt mari, plăcut mirositoare, cu antere galbene și sunt grupate în umbele. Prin poliandrie secundară, numărul staminelor poate ajunge la 25-50. Gineceul este alcătuit din 5 carpele libere, cu stilodiile unite între ele la bază. Fructul nu prezintă sclereide și prezintă atât cavitate pedicelară cât și calicială. În fiecare ovar se află 4-6 ovule, dar se formează, de obicei, numai două semințe. *M. x domestica* (Mărul cultivat) (fig. 311) este un hibrid rezultat din mai multe specii. Consumul fructelor de măr este recomandat în multe afecțiuni digestive, intestinale, poate preveni ateroscleroza și infarctul miocardic. *M. sylvestris* (Mărul pădureț) este specie spontană.

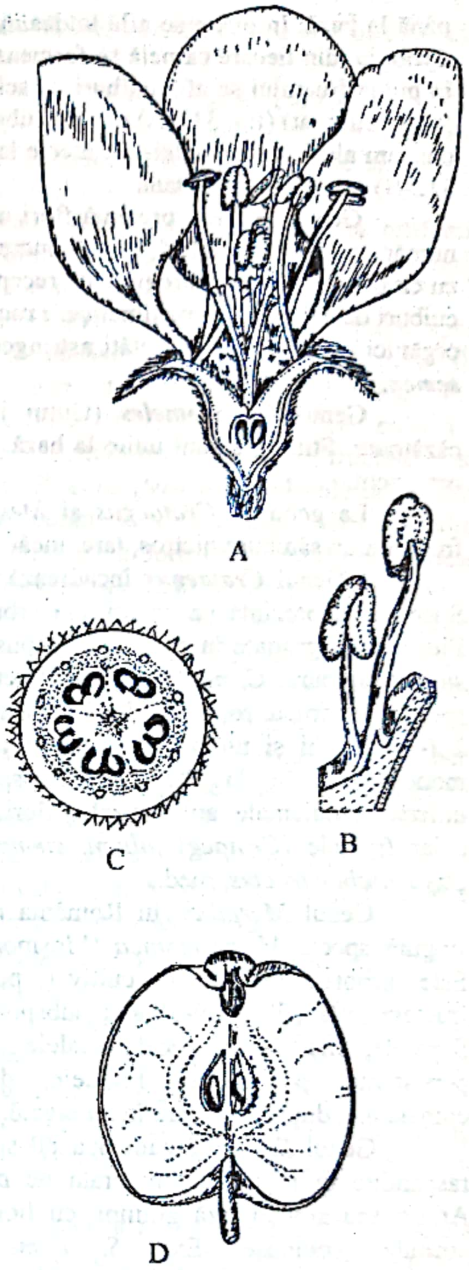


Fig. 311. *Malus x domestica*: A – secțiune longitudinală în floare; B – stamine; C – secțiune transversală în ovar cu receptaculul, 5 loculi ovarieni cu câte 2 ovule; D – secțiune longitudinală în fructul matur (după Hickey et. King)

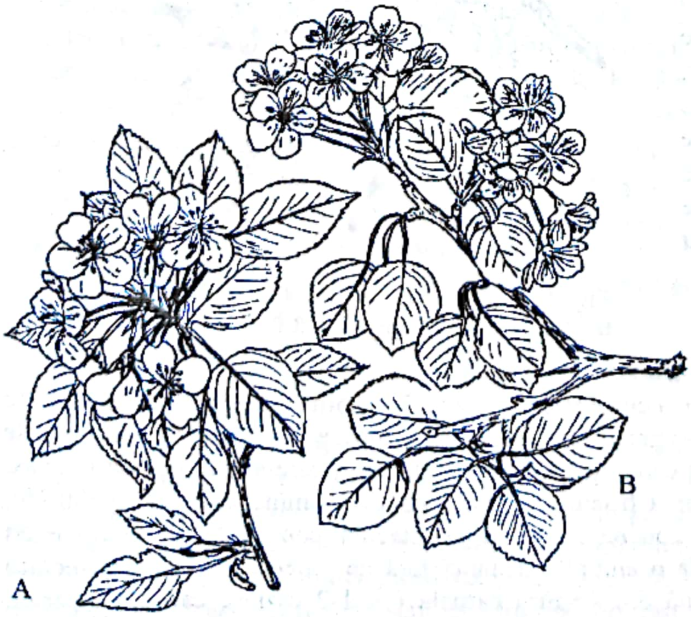


Fig. 312. A – *Pyrus communis*; B – *Pyrus pyraster* (după Flora R.P.R.)

Genul ***Pyrus*** cuprinde 30 specii răspândite în regiunea temperată a Eurasiei. Frunzele sunt întregi, cu stipule caduce de timpuriu. Florile sunt grupate câte 6-9 (4-17) în corimbe simple, cu miros neplăcut, prezintă 20-50 stamine dispuse pe 3 verticile. Gineceul este format din 5 carpele cu stilodii libere până la bază. În ovare se află totdeauna câte două ovule (progresie față de *Malus*). Ca și la *Malus* și *Cydonia*, din fiecare carpelă se formează câte o capsulă, cu înveliș pergamentos cu câte 2 semințe, iar în pulpa fructului se află cuiburi de sclereide. Fructul nu prezintă cavitate pedicelară. *P. x communis* (Părul cultivat) (fig. 312-A) este un hibrid cu mai multe cultivaruri și este cultivat pe scară largă pentru consum alimentar. Fructele au efecte laxative diuretice și depurative. *P. pyraster* (Părul pădureț) (fig. 312-B) este specie spontană.

Genul ***Cydonia*** prezintă flori mari, solitare, cu petale albe și sepale persistente, staminele în număr de 15-20, carpele 5, puțin concrescute la bază, stilodiile libere. Gineceul este inferior, 5 locular, cu carpele închise în întregime de receptaculul cărnos. Pulpa fructului este tare datorită abundenței de cuiburi de celule sclerenchimatice. Fructul, devenit matur, conține materii tanante, glucide, aminoacizi organici și prezintă proprietăți astringente, antidiareice. Utilizări medicinale au semințele (*Cydoniae semen*, med.).

Genul ***Chaenomeles*** (Gutui japonez) prezintă ghimpi pe tulpină, flori roșii cu sepale căzătoare. Stilodiile sunt unite la bază. *Ch. japonica* și *Ch. lagenaria* sunt frecvent cultivate pentru ornament.

La genurile *Crataegus* și *Mespilus* fiecare carpelă, separat, formează în interiorul pulpei fructului un sâmbure pietros, tare, încât fructul este drupaceu.

Genul ***Crataegus*** încadrează circa 1.000 specii răspândite în regiunea temperată de nord. Speciile se prezintă ca arbori sau arbuști cu spini, rezultați din metamorfozarea axelor lăstarilor. Florile sunt grupate în corimbe compuse. *C. monogyna* (Păducel, Gherghinar) are fructe roșii cu un singur sâmbure. *C. pentagyna* are fructe negre cu 5 sâmburi. *C. oxyacantha* este arbust sau arbore spontan cu fructe roșii (dar în floare se află 2 (-3) stilodii și nu unul singur ca la C. monogyna). De la toate aceste specii, utilizări medicinale au frunzele, florile și chiar fructele (*Crataegi folium, summitas, Oxyacanthae fructus*, med.)

Genul ***Mespilus***, în România cu o singură specie *M. germanica* (Moșmonul). Este arbore sau arbust cultivat pentru fructele sale (fig. 309-5) sau subspontan. Sepalele, mai lungi decât petalele, sunt persistente pe fruct. Fructele devin comestibile după o păstrare îndelungată.

Genul ***Sorbus*** încadrează 80 specii răspândite în regiunea temperată de nord. Arbori sau arbuști fără ghimpi, cu flori în corimbe compuse. Ex.: *S. domestica* (Scorușul) este sporadic în păduri de foioase, uneori se și cultivă pentru fructele, devenite comestibile, după o păstrare îndelungată. *S. aucuparia* (Scorușul de munte) (fig. 313). *S. torminalis* (Sorb) este arbore de 5-10 m, frecvent în păduri de foioase. Se și cultivă pentru lemnul său dur și foarte scump.

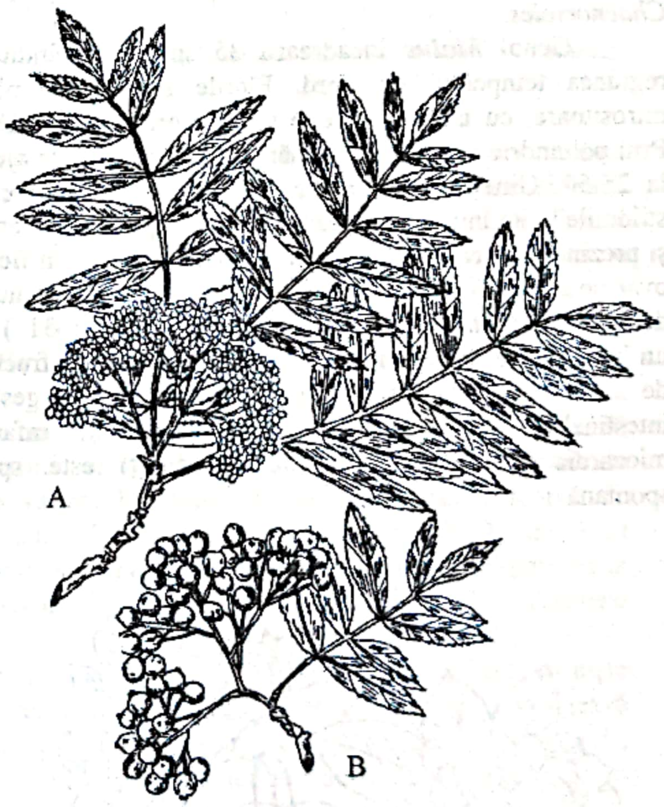


Fig. 313. *Sorbus aucuparia*: A – lăstar cu inflorescențe; B – lăstar cu fructe (după Flora R.P.R.)

Subfamilia *Prunoideae* – Sâmburoase

Subfamilia încadrează arbori și arbuști cu frunze simple și flori solitare sau în inflorescențe. În organizarea florală se pot evidenția unele progresii față de celelalte rozacee. Astfel, receptaculul este tubulos sau cupuliform, concav, se usucă și cade, despărțindu-se de ovar, care se transformă în fruct. Astfel, recepataculul nu participă la formarea fructului. Florile conțin stamine mai puține (30-20), gineceul redus la o singură carpelă, care nu concrește însă cu receptaculul concav. Stilodiul este exert din receptacul. Părțile florii sunt așezate la o anumită distanță față de gineceu pentru a împiedica polenizarea. Fructul este o drupă, provenită din singura carpelă (cu 1-2 ovule), care, la exterior, formează pulpa fructului, iar în interior un sâmbure pietros, foarte tare, de cele mai multe ori cu o singură sămânță.

$$* K_5C_5A_{10+10+10;10+5\div5}G_{\underline{1}}$$

La *Prunoideae* (și în parte la unele *Maloideae*) în semințe se află glicozide ale acidului cianhidric.

Genuri mai comune din această subfamilie sunt: *Prunus, Persica, Armeniaca, Amygdalus, Cerasus, Padus*.

Genul ***Prunus*** cuprinde mai multe specii, spontane și cultivate, cu frunze simple și flori pedicelate, nebracteate, grupate câte 1-6. *P. x domestica* (Prunul) (fig. 314-A) se cultivă în numeroase cultivaruri pentru fructele sale comestibile. *P. cerasifera* (Corcodușul) este cultivat dar și subspontan. *P. c.* var. *pissardii* (Corcodușul roșu) se cultivă ca arbore ornamental prin frunzele, florile și fructele sale roșii. *P. spinosa* (Porumbarul) (fig. 318) este arbust spontan, care crește la marginea pădurilor, culturilor etc. Utilizări medicinale au fructele și florile (*Acaciae germanicae flos, Pruni spinosae fructus*, med.). Înflorirea porumbarului este legată de creșterea temperaturii solului și este, astfel, un indiciu că poate începe semănatul porumbului (de unde și denumirea populară).

Genul ***Persica***: **P. vulgaris* (Piersicul) este specie cultivată în mai multe varietăți fructifere și ornamentale. Se autopolenizează.

****Armeniaca vulgaris*** (Caisul) este cultivat ca arbore fructifer.

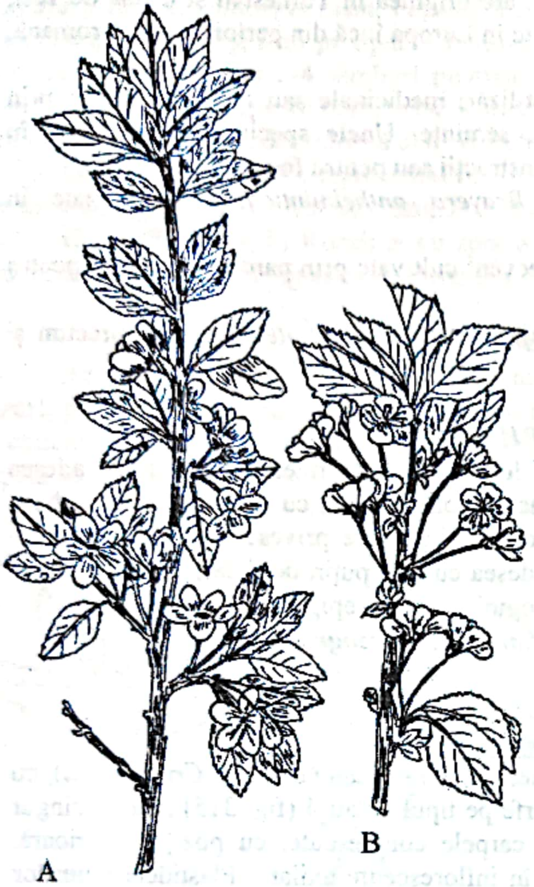


Fig. 314. A – *Prunus x domestica*; B – *Cerasus avium* (după Flora R.P.R.)

Genul ***Amygdalus*** prezintă flori subsesile, solitare sau în perechi. Fructul este comprimat și prezintă un mezocarp subțire și uscat la maturare (ca pielea), care crapă și eliberează sâmburele. *A. x communis* (Migdalul) se cultivă pentru semințele sale, dar și în scop ornamemtal prin unele varietăți ale sale. *A. nana* (Migdalul pitic) este spontan, mai ales, în zona de stepă și silvostepă.

Genul ***Cerasus*** se caracterizează prin flori mai mari decât la *Prunus*, grupate în umbele sau corimbe simple. Florile sunt lung pedicelate și cu hipsofile bazale mari. (fig. 314-B). *C. avium* (Cireșul dulce) este arbore fructifer spontan, cu drupe mai mici, dulci-amărui. De la acesta s-au selecționat varietățile și cultivarurile cu fructe comestibile. Pe lângă fructe, de la acesta au utilizări medicinale frzunzele și pedicelii (cozile) fructelor (*Cerasi folium, stipites*, med.). *C. vulgaris* (Vișinul) este cultivat în câteva subspecii și varietăți pomicole pentru fructele sale comestibile. *C. mahaleb* (Vișinul turcesc) este arbore spontan ce crește în margini și rariști de păduri, uneori pe soluri scheletice. Are valoare alimentară și industrială și este folosit ca portaltoi. Se recunoaște prin florile mici, albe, grupate în corimbe sau raceme corimbiforme.

Genul ***Padus.*** Specia comună spontană, dar și cultivată pentru ornament este *P. racemosa* (Mălinul) cu flori albe grupate în raceme alungite.

Importanța rosaceelor

Rosaceele încadrează peste 3.100 specii, răspândite mai ales în Emisfera Nordică. Câteva sute dintre acestea aparțin genurilor foarte bogate în specii și hibrizi cum sunt: *Rosa, Rubus, Alchemilla*, datorită poliandriei secundare, a hibridizării și în parte a agamospermiei (apomixiei). Este demn de remarcat faptul că au apărut ghimpii la unele specii din genurile *Rubus, Rosa* ș.a.

Pe lângă importanța științifică și areal-geografică, multe rosacee prezintă și mare importanță economică. În această familie sunt încadrați majoritatea pomilor fructiferi (măr, păr, gutui, cireș, vișin, cais, piersic, migdal, etc) precum și căpșunul. Dintre aceștia, merii, perii, cireșii prezintă și în Europa

Centrală forme sălbatice, care încă din Epoca de Piatră timpurie, împreună cu porumbarii (*Prunus spinosa*) şi mălinii (*Prunus padus = Padus racemosa*) au fost îngrijiţi de om pentru fructele lor.

Gutuii, moşmonii, migdalii, vişinii ca şi mulţi pruni au patria de origine Asia de S-V, unde şi formele sălbatice sunt foarte bine reprezentate. Caisul îşi are originea în Turkestan şi China de vest, piersicul în China. Formele lor de cultură au fost răspândite în Europa încă din perioada greco-romană, împreună cu merii, perii şi caişii.

Multe specii lemnoase sau erbacee au variate utilizări medicinale sau fitofarmaceutice prin organele lor: rizomi, frunze, flori-inflorescenţe, fructe, seminţe. Unele specii lemnoase intră în alcătuirea perdelelor forestiere, au lemn valoros pentru construcţii sau pentru foc.

Unele *Sanguisorbeae* din Abisinia, precum *Brayera anthelmintica*, sunt utilizate în combaterea teniei.

Specii sau hibrizi ale mai multor rozacee sunt frecvent cultivate prin parcuri şi grădini pentru valoarea lor ornamentală.

Dintre rosacee sunt unele specii cu valoare furajeră (*Alchemilla, Potentilla* ş.a.), precum şi numeroase genuri şi specii cu valoare meliferă.

4.3. Supraordinul *RHAMNANAE*

Reprezentanţii sunt descendenţi ai *Rasanae*- lor. Se caracterizează prin flori adesea neînsemnate, radiar simetrice, alcătuite din 5 sau 4 elemente componente, cu disc nectarifer la baza gineceului şi polenizare prin animale. Tendinţele de reducere în floare privesc petalele, androceul (aproape totdeauna cu un cerc de stamine) şi gineceul (adesea cu mai puţin de 5 carpele concrescute până la vârf). Poziţia gineceului tinde spre periginie şi hipoginie, mai rar epiginie.

Sistematica. Supraordinul încadrează 3 ordine: *Rhamnales, Elaeagnales* şi *Vitales*.

3.1. Ordinul *RHAMNALES*

Familia *Rhamnaceae*

Această familie încadrează arbori, arbuşti sau liane, foarte rar plante erbacei (*Crumenaria*), cu frunze simple prevăzute cu stipule. Florile sunt actinomorfe pe tipul 5 sau 4 (fig. 315) , cu un singur verticil (epipetal) de stamine, gineceul format din 2-5 carpele concrescute, cu poziţie inferioară. Fructul este o drupă sau o achenă. Florile sunt grupate în inflorescenţe axilare. Plastidele tuburilor ciuruite sunt de tip S.

$$* K_{4,5} C_{4,5} A_{4,5} \overline{G}_{(2-5)}$$

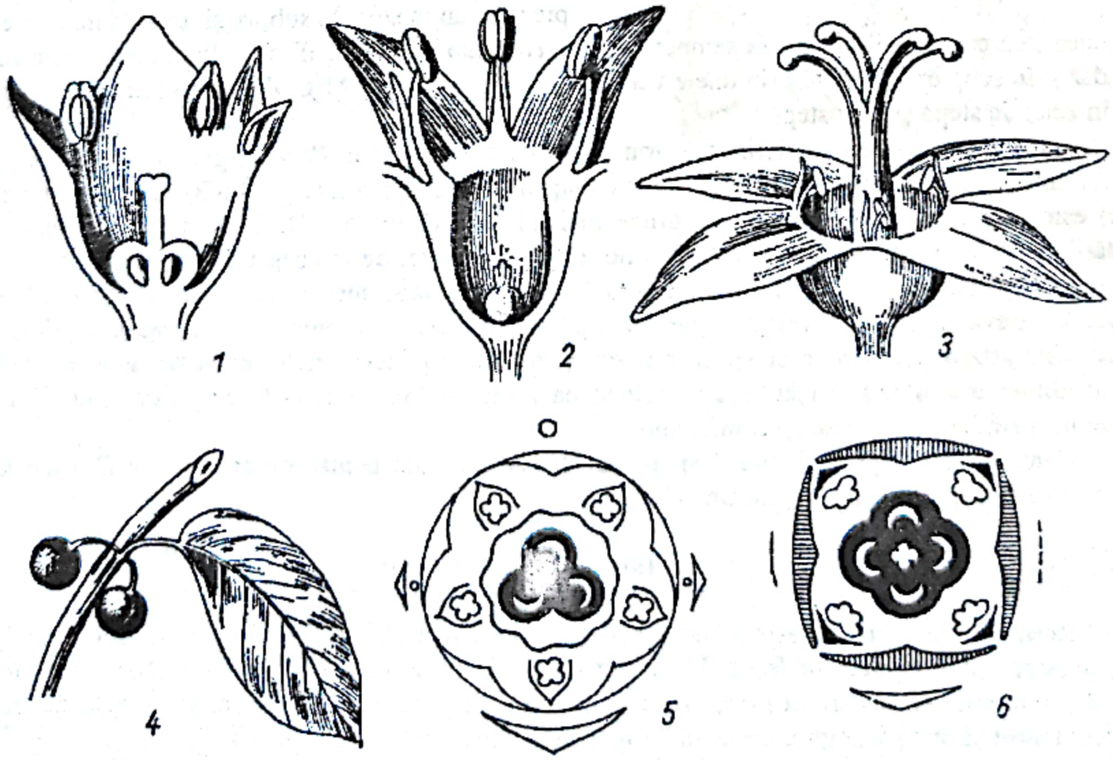


Fig. 315. *Rhamnaceae*: 1 – *Frangula alnus*: floare în secţiune longitudinală; 2 – fructul; 3 – *Rhamnus catharticus* – floarea; 4 – fructul; 5 – diagrama florală la *Frangula*; 6 – diagrama florală la *Rhamnus* (după Soó)

Genul **Rhamnus** este reprezentat prin câteva specii în flora României: *Rh. catharticus* (Spinul cerbului, Verigariu) (fig. 315-3) este arbust sau arbore mic, la care ramurile adesea se termină cu spini. Frunzele sunt opuse. În florile sale pe tipul 4, prin regresia unui sex se ajunge la unisexualitate; *Rh. frangula* (*Frangula alnus*) (Cruşin, Paţachină) (fig. 315-1) este arbust nespinos de 1-5 m înălţime, cu frunze simple alterne şi flori pe tipul 5, bisexuate. Fructul este o drupă sferică, la început roşietică şi apoi neagră-violacee, cu 2-4 sâmburi pietroşi cu pereţii subţiri, pieloşi. Tulpina este cilindrică, cu coaja netedă, brun-cenuşie cu numeroase lenticele alungite, albicioase. Utilizări medicinale are scoarţa (*Frangulae cortex*, off.), dar folosită şi în vopsitorie pentru colorarea ţesăturilor.

Genul **Zizyphus** este reprezentat în România de specia *Z. jujuba* (Măslinul dobrogean), care este un arbust ghimpos, cu fructul o drupă roşie comestibilă, dar şi cu utilizări medicinale.

Genul **Paliurus**, în România cu specia *P. spina-christi* (Spinul lui Cristos) care este arbust mediteranean, spontan în regiunea de stepă şi silvostepă din Dobrogea.

3.2. Ordinul *ELAEAGNALES*

Acesta încadrează plante care se caracterizează prin prezenţa trichomilor caracteristici, adesea solzoşi, pe frunze şi tulpini şi prin endosimbioze cu actinomicete. Receptaculul este în formă de cupă, iar calicliul tubulos a devenit corolinic (petalele lipsesc). Gineceul inferior este redus la o singură carpelă cu un singur ovul atrop. Staminele 4 (-8) se inseră pe pereţii interni ai receptaculului.

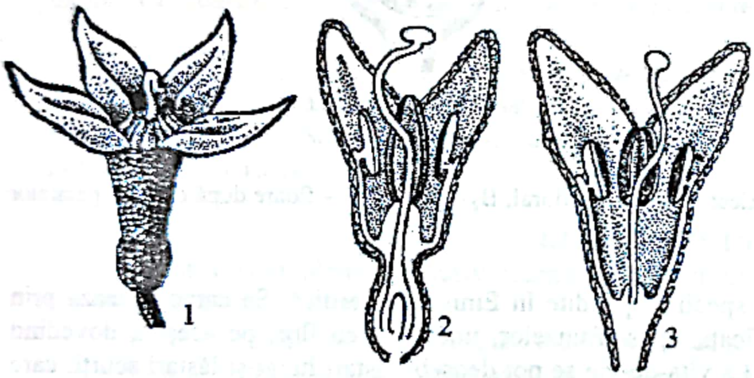


Fig. 316. *Elaeagnus angustifolia:* 1 – floare văzută de sus; 2-3 – flori în secţiune longitudinală (după Soó)

Familia *Elaeagnaceae*

În această familie se încadrează arbori sau arbuşti ghimpoşi, acoperiţi cu trichomi solzoşi şi de aceea plantele strălucesc ca argintul. Receptaculul are formă de cupă, inchide ovarul şi participă la formarea fructului, care este o drupă. $* K_{2-4}C_0A_4\overline{G_1}$

Genul **Elaeagnus** cu specia mai comună *E. angustifolia* (Sălcioară, Salcie mirositoare) (fig. 316), care este arbust sau arbore de 3-7 m înălţime, originar din Asia şi frecvent cultivat în perdele de protecţie sau pentru ornament. Este rezistent la noxele industriale.

Genul **Hippophäe** cu specia *H. rhamnoides* (Cătina albă), care este un arbust de 1-4 m, ce creşte spontan în lungul pâraielor montane dar şi pe nisipurile din Delta Dunării. Formează simbioze cu specii de *Actinomyces*, fixatoare de azot. Florile sunt mici, brune-gălbui, unisexuate, dispuse dioic şi polenizate prin vânt. Fructul esteo drupă portocalie, globuloasă, cu miros de ananas. Planta fructifică o dată la doi ani, iar fructele stau grupate pe ramurile din anii precedenţi.

Utilizări medicinale au fructele (*Hippophäe fructus*, off.) bogate în vitamine (C, B_1 şi B_2) etc. Este una dintre cele mai cercetate plante medicinale pe plan mondial.

3.3. Ordinul *VITALES*

Ordinul încadrează preponderent plante lemnoase căţărătoare (liane), cu plastide de tip P în tuburile ciuruite. Florile prezintă corolă (care lipseşte la *Rhamnales*) şi un singur cerc de stamine epipetale.

Familia *Vitaceae*

Familia încadrează circa 800 specii care aparţin la 7 genuri. Ca forme biologice predomină cele lemnoase sub formă de liane, rareori arbuşti sau plante erbacee (*Cissus*). Prezintă cârcei (proveniţi din lăstari) care sunt dispuşi opus frunzelor. Cârceii sunt capete ale unor lăstari simpodiali.

Frunzele sunt palmat-divizate sau palmat-compuse, dispuse altern.

Florile sunt mici, numeroase, şi se dezvoltă pe o inflorescenţă mare, cimoasă, opusă frunzelor. O floare este actinomorfă, bisexuată sau unisexuată, cu număr variabil al componentelor sale (3-7), însă frecvent pe tipul 5, mai rar 4 (*Tetrastigma*). Între bazele staminelor se află discuri nectarifere.

Gineceul est ealcătuit din două carpele concrescute, cu două ovule anatrope. Fructul este o bacă cu 2-4 seminţe, cu endosperm oleaginos.

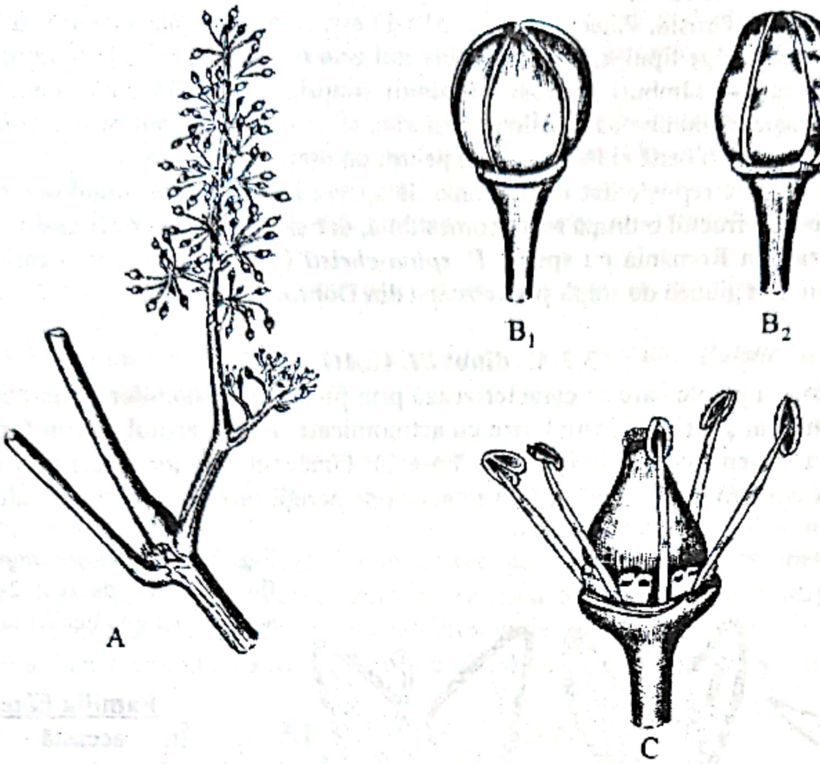


Fig. 317. *Vitis vinifera*: A – Infloresecnţa panicul; B₁ – boboc floral; B₂ – anteza; C – floare după căderea petalelor conate la vârf (după Hickey et King)

Genul ***Vitis*** cuprinde circa 40 specii răspândite în Emisfera Nordică. Se caracterizează prin frunze palmat-divizate şi cârcei ramificaţi, opuşi frunzelor, uneori şi cu flori pe aceştia, dovedind originea lor din lăstari metamorfozaţi. La viţa-de-vie se pot deosebi lăstari lungi şi lăstari scurţi, care iau naştere la subsuoara frunzelor. Lăstarii scurţi pier toamna şi rămâne un mugure în unghiul frunzei, care în anul următor se dezvoltă şi formează un lăstar lung. Florile au petalele concrescute prin vârful lor şi la înflorire cad ca un capişon (fig. 317. B_1, B_2, C), împinse în sus de stamine. Staminele şi gineceul rămân astfel expuse pentru polenizarea entomofilă sau autogamă. ∗*V. vinifera* (Viţa-de-vie) este cultivată în toată lumea în peste 2.000 cultivaruri.

$$* K_{(5)}C_{5}^{(\;)}A_{5}G_{\underline{(2)}}$$

Este una dintre cele mai importante plante de cultură, cu largi utilizări industriale, alimentare, medicinale etc. După cei mai mulţi autori, forma de origine pentru viţa-de-vie este viţa sălbatică (*V. sylvestris*), care creşte spontan în păduri de luncă din zona mediteraneană şi a Dunării. Aceasta are flori unisexuate dispuse dioic. Bacele sunt mici (sub 1 cm diametru) şi sunt albăstrui-violacee. Ca portaltoi se folosesc speciile: *V. rupestris* (Viţa de munte), *V. vulpina*, ambele originare din America de Nord.

Genul ***Parthenocissus*** cuprinde 15 specii în regiunea tempeartă a Asiei şi Americii. În România sunt cultivate 3 specii: *P. inserta* şi *P. quinquefolia*, ambele denumite popular „Viţă de Canada", cu frunze palmat-compuse şi *P. tricuspidata* (Viţa japoneză) cu frunze palmat-lobate. Toate aceste specii se cultivă pentru ornarea zidurilor, gardurilor etc. La acestea, capatele cârceilor ramificaţi se termină cu discuri ca nişte ventuze.

Genul ***Cissus*** încadrează 350 specii tropicale, unele dintre ele cu aspect cactiform. Se cultivă, uneori, în serele grădinilor botanice. Pe o specie sălbatică de *Cissus* din Ins. Sumatera se dezvoltă planta saprotrofă *Rafflesia arnoldi*, cu cea mai mare floare dintre antofite (circa 1 m în diametru).

Genul ***Tetrastigma*** încadrează circa 100 specii Indo-Malaeziene.

Genul ***Ampelopsis*** încadrează 20 specii răspândite în Asia şi America de Nord atlantică.

La cele două supraordine: 4.4. *Faganae* şi 4.5. *Urticanae* sunt predominante forme lemnoase care formează sau intră în alcătuirea pădurilor. Prezintă trahei (vase de xilem).

Florile sunt unisexuate, mici, neînsemnate, însă grupate în inflorescențe adesea compacte, vizibile, de felul amenților și aproape exclusiv anemofile. La acestea au dispărut petalele și s-a menținut numai un verticil al perigonului, care s-a dezvoltat în caliciu, și un cerc de stamine, care sunt situate în fața tepalelor (epitepal).

Grăuncioarele de polen au 2 nuclei și aperturi dispuse ecuatorial, de cele mai multe ori tricolpat sau triporat. Chitul polenului, ca adaptare la anemofilie, de cele mai multe ori, este slab dezvoltat, ineficient.

Carpelele sunt, aproape totdeauna, concrescute în ginecee coenocarpe (din 3 sau 2 carpele) cu ovule puține (2 sau 1). Din aceste ginecee se formează, de cele mai multe ori, fructe coenocarpe de tipul nucă îndehiscentă cu o sămânță.

Ca substanțe bioactive conțin derivați ai acidului elagic și substanțe tanante (taninuri).

Până la începutul secolului 19, *Fagales* și *Urticales*, împreună cu *Hamamelidales*, au fost grupate împreună ca *Amentiferae*, adică plante lemnoase cu inflorescențe amenți și polenizare anemofilă. Acestea au fost numite mai târziu ca subcl. *Hamamelidae* și considerate ca angiosperme primordiale, situate între *Magnoliidae* și *Rosidae*. *Hamamelidae*- le, considerate la început ca o grupare monofiletică, pe baza cercetărilor moderne de biologie moleculară (secvențele de ADN și genele cloroplastelor) s-au dovedit a fi un ansamblu polifiletic, care s-au dezvoltat independent, în interiorul diverselor grupe de *Rosopsida*, ca urmare a adaptării secundare la anemofilie.

Polifilia *Hamamelidae*- lor în cadrul *Rosopsida* este demonstrată astfel: *Platanales* și *Trochodendrales* (izolate) rămân ca grupe bazale în *Rosopsida*; *Hamamelidales* la *Saxifraganae*; *Fagales, Cassuarinales, Juglandales* și *Myricales* la *Faganae*, iar *Urticales* la *Urticanae*.

4.4. Supraordinul *FAGANAE*

Reprezentanții au florile unisexuate grupate în amenți. Vasele laticifere și cistolitele lipsesc.

Sistematica. Supraordinul încadrează ordinele: *Fagales*, *Casuarinales* (*Verticillatae*), *Juglandales* și *Myricales*.

4.1. Ordinul *FAGALES*

Acestea sunt plante exclusiv lemnoase, arbori sau arbuști, actuale, dar și forme fosile, cunoscute din Cretacicul Inferior.

Frunzele, nedivizate, sunt dispuse altern și posedă stipule firave.

Florile sunt unisexuate, dispuse în amenți (cel puțin cele masculine), monoice, cu periant simplu (perigon) sau acesta lipsește. La subsuoara unei bractei se află dichazii din trei (rareori mai multe) flori. Pe axul amentului se pot afla atât stamine izolate sau bractei singure fără flori. Se pot urmări diferite trepte de reducere, de la dichazii, inițial cu mai multe flori, până la o singură floare în axila bracteei. Staminele sunt dispuse epitepal. Ovarele florilor feminine conțin două sau mai multe ovule anatrope, dintre care numai unul se dezvoltă la sămânță. Polenizarea este anemofilă, dar la unele specii este completată cu o polenizare entomofilă (prin gândaci). Fructele sunt nuci indehiscente, cu o sămânță, lipsită de endosperm.

Aici se încadrează cele mai importante specii de foioase central-europene și eurasiatice care formează păduri.

Înflorirea la speciile indigene verzi vara, are loc înainte de apariția frunzelor sau la înfrunzire. La alun (*Corylus*) și arin (*Alnus*), amenții se formează deja în anul precedent, încât, în primăvara în curs, au nevoie numai să se alungească și să se deschidă. Ovulele sunt atunci, de cele mai multe ori, încă puțin diferențiate și se dezvoltă abia după polenizare, încât fertilizarea este întârziată.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Fagaceae*, *Nothofagaceae* și *Betulaceae*.

Familia *Fagaceae*

Familia încadrează 8 genuri cu circa 1.000 specii răspândite în ambele emisfere, cu excepția Americii de Sud tropicale și Africii tropicale și de sud.

Plantele încadrate aici sunt arbori sau arbuști cu frunze simple alterne, caduce sau totdeauna verzi, prevăzute cu stipule caduce.

Florile sunt unisexuate, dispuse monoic, anemofile, rareori, în parte, entomofile. Cele masculine conțin un număr variabil de tepale și de stamine, iar cele feminine au perigon format din 6 tepale concrescute și 3 carpele (rareori mai multe) cu poziție inferioară a ovarului.

$$♂, * P_{(6);(4\text{-}7)}A_{4\text{-}7;\,8\text{-}14};\ ♀, * P_{(6)}\overline{G_{(3)}}$$

Florile masculine prezintă un rudiment al celui de-al doilea sex (ovar), în timp ce cele feminine sunt lipsite de rudimentul celui de-al doilea sex. Gineceul este pseudomonomer. Deci, la aceste plante unisexualitatea şi anemofilia au caracter secundar. În ovar se află două ovule (dar unul avortează şi se dezvoltă numai unul), anatrope, cu integumentele masive vascularizate. Fructul este o nucă solitară, deseori grupate câte două (sau 3), înconjurate de o cupulă de natură caulinară, rezultată din prelungirea şi lignificarea receptaculului. Seminţele sunt exalbuminate.

Descoperirile fosile sunt, cel mai adesea, apropiate de grupa de genuri actuale, cu areal disjunct, din sud-estul Asiei şi Columbia, denumită *Trigonobalanus*, cu până la 7 fructe într-o singură cupulă complexă, considerate cele mai primitive *Fagaceae*. Între acestea, relativ primordial, este considerat şi *Castanea sativa* (Castanul comestibil, Castanul bun) al cărui xilem secundar este alcătuit exclusiv din traheide. La acesta, inflorescenţele masculine sunt rigide, prezintă, în parte, o polenizare entomofilă prin gândaci, iar în cupula sa se formează, adesea, 3 nuci comestibile. Datorită acestora, castanul a fost importat de către germani din spaţiul Mării Mediterane şi astăzi este larg cultivat în cea mai mare parte a Europei Centrale, inclusiv în România. În cea mai mare parte a Europei Centrale, castanii buni sunt decimaţi de o ciupercă (*Phytophthora cambivora*). Ciuperca provoacă „boala neagră". Este atacat cambiul, arborii elimină un suc negru ca cerneala şi peste 2-3 ani pier. Se luptă contra acesteia prin înlocuirea acestui castan cu castanul japonez (*Castanea crenata*), rezistent la atacul ciupercii şi care să fie folosit ca portaltoi (Emberger, 1969). Ciuperca atacă şi castanii buni de la Pocruia-Tismana, Gorj.

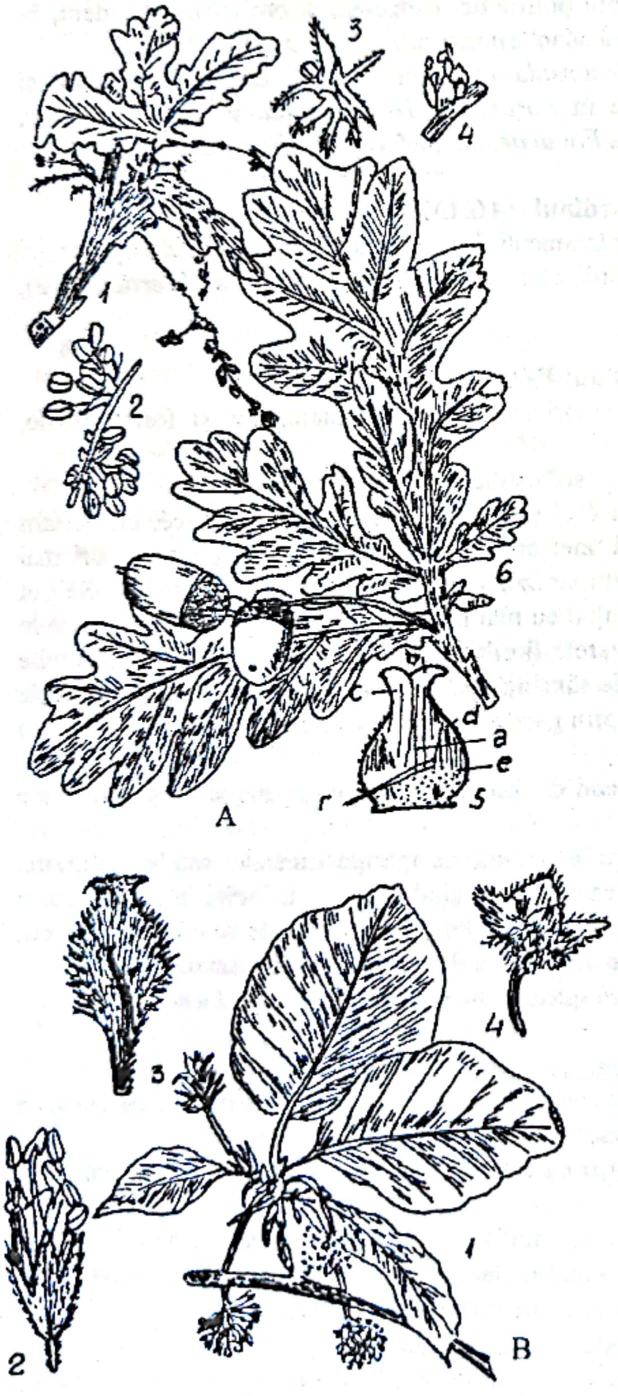


Fig. 318. A – *Quercus robur*: 1 – lăstar cu amenţi masculini; 2 – porţiune din ament cu două flori masculine; 3 – floare masculină; 4 – o floare feminină; 5 – secţiune longitudinală în floarea feminină: r – receptacul; e – cupula; a – ovarul; b – cele două stigmate; c – stilul; r-ovule; 6 – lăstar cu două achene dispuse pe un peduncul lung; B – *Fagus sylvatica*: 1 – lăstar cu amenţi masculini pendenţi şi o inflorescenţă feminină erectă; 2 – floarea masculină; 3 – cupula solzoasă care înveleşte 2 (3) flori feminine şi respectiv fructele; 4 – cupula deschisă în patru valve, în mijloc cu două achene (jir) (după I. Pop)

Genul ***Fagus*** cuprinde 10 specii în Emisfera Nordică. Se caracterizează prin amenţii masculi, aprosape sferici, lung pedunculaţi, penduli. Florile ♀ sunt grupate în dichazii cu două flori. Este polenizat complet prin intermediul vântului. De aceea, în cupula care se deschide prin 4 valve, se află câte două nuci trimuchiate (jirul bogat în ulei), provenite din dichaziile triflore (la care floarea terminală a avortat şi s-au menţinut numai florile laterale). *F. sylvatica* (Fagul central-european) (fig. 318-13), formează păduri întinse în zona de deal şi montană inferioară. Utilizări medicinale are gudronul obţinut din distilarea lemnului (*Pix Fagi*, off.). *F. moesiaca* (Fagul balcanic) este sporadic în păduri de foioase din sudul ţării, ca de exemplu Păd. Bucovăţ şi Leamna, de lângă Craiova. *F. orientalis* (Fagul de Crimeea) este sporadic în păduri din Carpaţii Orientali şi mai rar în cei Meridionali şi Occidentali.

Genul ***Quercus*** prezintă frunze penat-lobate. În inflorescenţe se află dichazii masculine şi feminine cu câte o singură floare. Nucile lui (ghindele) sunt, de aceea, câte una în cupula sub formă de cupă, acoperită la exterior cu solzi. *Q. robur* (Stejarul pedunculat) (fig. 318-A) este răspândit în cea mai mare parte a Europei, începând din Irlanda până în silvostepa Rusiei de sud, mai ales pe terenuri joase, în partea inferioară a munţilor, pe diferite locuri stabile, mezo-higrofile. *Q. petraea* (Gorunul), *Q. polycarpa* (Gorunul transilvănean) şi *Q. dalechampii* (Gorunul de Dalmaţia) au ghindele sesile şi arie de răspândire mai redusă decât *Q. robur*. Q. pubescens (Tufanul) este specie submediteraneană. Pe lângă lemnul tare, cu utilizări în construcţii, tâmplărie, de mare valoare este şi coaja cu utilizări în tăbăcărie. *Q. frainetto* (Gârniţa), *Q. cerris* (Cerul) (fig. 319-2) sunt specii balcanice şi sud-europene.

Toate aceste specii sunt verzi vara, iar toamna le cad frunzele.

Sunt şi specii sempervirescente: *Q. suber* (Stejarul de plută) – vest mediteranean; *Q. coccifera* (Stejarul stacojiu sau Stejarul cârmâz) şi *Q. illex* (Gorunul veşnic verde) sunt specii mediteraneene în sens larg.

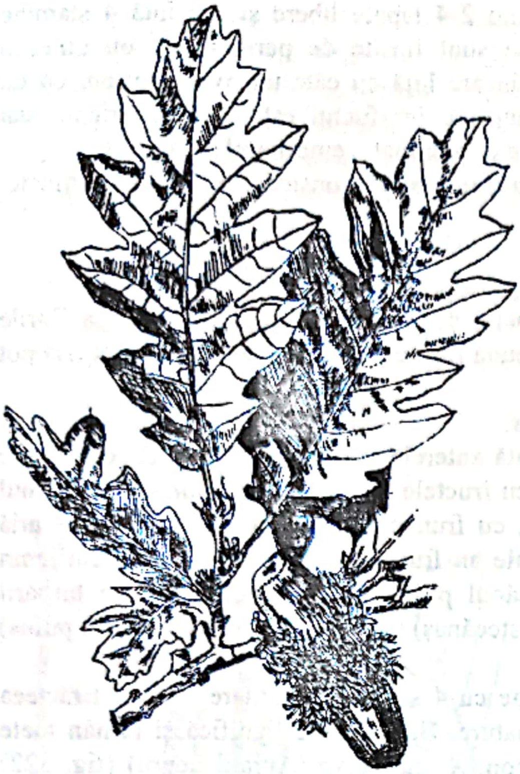


Fig. 319. *Quercus cerris* – lăstar cu două achene (după Flora R.P.R.)

Familia *Notofagaceae*

Aceasta încadrează un singur gen: ***Nothofagus***, care creşte numai Emisfera de Sud (America de Sud, Australia). Estre foarte vechi (din Cretacic) şi s-a menţinut până în zilele noastre.

Familia *Betulaceae*

Familie cu 100 specii grupate în 6 genuri, răspândite în regiunea temperată de nord şi mai puţin în regiuni montane din emisfera australă (Argentina, ţările andine). Sunt arbori sau arbuşti ce formează micorize ectotrofe sau simbioze cu bacterii (actinomicete).

Frunzele sunt simple, alterne, cu stipule caduce.

Florile sunt grupate în amenţi, mai mult sau mai puţin alungiţi, atât cele masculine cât şi cele feminine. Pe axul inflorescenţei se repetă dichazii triflore, care formează o cimulă (fig. 320). Cimula este protejată de o bractee şi 2-4 bracteole.

Florile primordiale au următoarele formule:

♂, $* P_{2+2} A_{2+2;4}$
♀, $* P_{2+2} G_{\overline{(2)}}$

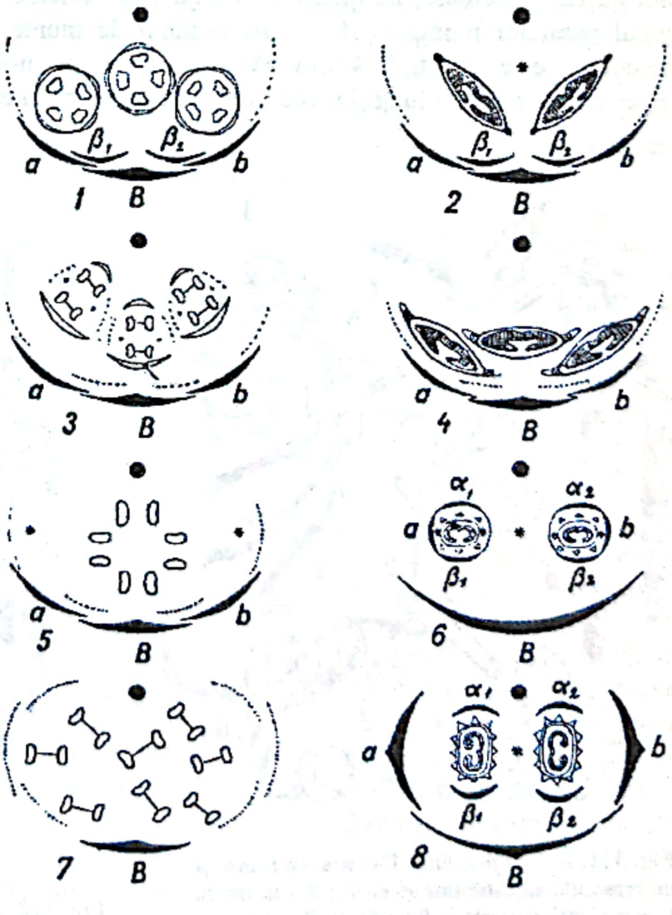


Fig. 320. *Betulaceae*: Diagrame ale dichaziilor ♂ (stânga) şi ♀ (dreapta): 1 -2 – la *Alnus sp.*; 3-4 – la *Betula sp.*; 5-6 – la *Corylus*; 7-8 – la *Carpinus sp.*; în axila frunzei purtătoare B bracteile a şi b, în axila bracteei anterioare a şi b, florile B_1 şi B_2 (perigonul diferenţiat (după Soó)

Florile masculine au un perigon redus, format din 2-4 tepale libere şi prezintă 4 stamine (uneori 10-2), cu antere adesea bifide. Florile feminine sunt lipsite de perigon, au un gineceu bicarpelar, bilocular sincarp, cu două stilodii libere, în fiecare lojă cu câte un ovul anatrop, cu un singur integument vascularizat. Polenizarea este o anemofilă, iar fuctul este o nucă aripată sau involucrată, uneori fără înveliş (*Alnus sp.*). Seminţele sunt exalbuminate, embrionul oleaginos.

Sistematica. Familia se divide în două subfamilii, uneori considerate familii distincte: *Betuloideae* şi *Coryloideae*.

Subfamilia *Betuloideae*

Florile masculine sunt grupate în cimule, cu bractei şi bracteole (fig. 320. 1-4). La florile feminine, frunzele anterioare se unesc cu bracteile şi împreună formează cupula. Fructele în cupulă pot fi solitare sau câte 2-3.

Subfamilia încadrează două genuri: *Betula* şi *Alnus*.

Genul ***Betula*** (Mesteacănul) are 40 specii. Prezintă anterele staminelor bifide. Bracteea care protejează nuca este trilobată şi cade de pe ax împreună cu fructele mature. *B. pendula* (Mesteacănul comun) (fig. 321) este arbore de până la 20 m înălţime, cu frunze ovat-rombice. Pe lăstari se află verucozităţi care reprezintă lenticelele. Utilizări medicinale au frunzele şi gudronul extras din lemn (*Betulae folium, Pix Betulae*, med.). *B. nana* (Mesteacănul pitic) este o specie rară, de turbării oligotrofe (în judeţul Suceava şi Harghita). *B. humilis* (Mestecănaş) şi *B. pubescens* (Mesteacăn pufos) sunt specii rare, care cresc în mlaştini eutrofe.

Genul ***Alnus*** (Anin, Arin) prezintă flori masculine cu 4 stamine cu antere întregi. Bracteea florilor feminine este 5- lobată şi nu cade cu fructele mature. Bracteile se lignifică şi rămân toate împreună, în inflorescenţa feminină asemănătoare unui con. *A. glutinosa* (Aninul negru) (fig. 322) prezintă frunze emarginate, glabre sau cu perişori gălbui în axilele nervurilor, care împreună cu lăstarii tineri sunt viscid lipicioase. Coaja este negricioasă, crăpată. Formează aninişuri în regiunea de câmpie şi deal. *A. incana* (Aninul alb) are frunze acuminate la vârf, iar lăstarii tineri şi frunzele sunt dens-pubescente, albicioase, nelipicioase. Coaja este albicioasă, netedă, necrăpată. Formează aninişuri în lungul pâraielor montane. *A. viridis* (Aninul de munte, Aninul verde), spre deosebire de speciile precedente, este arbust, de 4-6 m înălţime, cu frunze viu-verzi şi pa faţă şi pe dos. Formează aninişuri singur sau cu sălcii în lungul izvoarelor sau pâraielor din etajul molidişurilor sau al jneapănului.

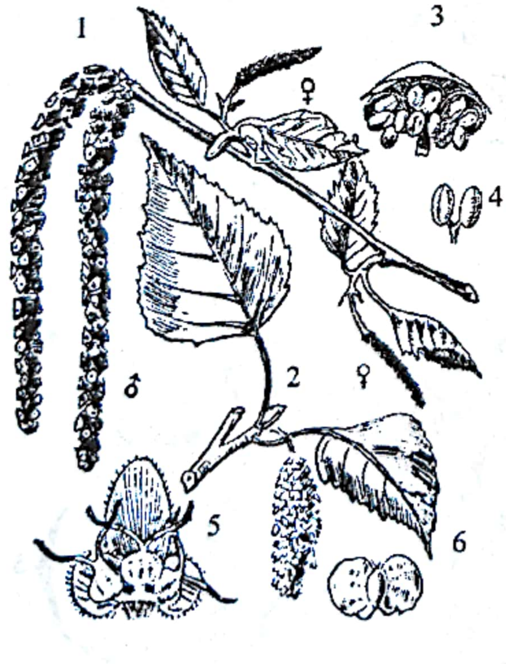


Fig. 321. *Betula pendula*: 1 – lăstar cu frunze şi inflorescenţe amentiforme ♂ şi ♀ ; 2 - lăstar cu frunze şi inflorescenţa ♀ fructificată; 3 – dichaziu ♂; 4 – stamină bifidă; 5 – inflorescenţa ♀; 6 – sămânţa aripată (după Karsten)

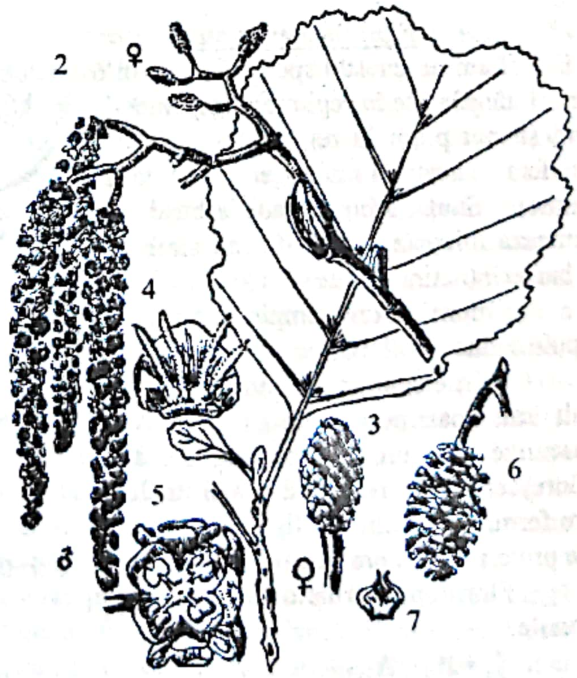


Fig. 322. *Alnus glutinosa*: 1 – trofofilă; 2 – lăstar nefoliat cu inflorescenţe amentiforme ♂ şi ♀; 3 – inflorescenţa ♀; 4 – dichaziu feminin; 5 – dichaziu ♂; 6 – inflorescenţa ♀ fructificată; 7 – nuca (după Karsten)

Importanta

Lemnul *Betuloideae*- lor, de esenţă moale, are variate utilizări. Frunzele şi gudroanele de la mesteacăn au utilizări medicinale recunoscute. De la anini se utilizează în mod empiric coaja, sub formă de macerat, sau frunzele, în diferite afecţiuni. Datorită substanţelor tanante, coaja de anin este utilizată în vopsitoria casnică. Aninii prezintă pe rădăcini nodozităţi în care creşte o actinomicetă (bacterie) care fixează azotul molecular atmosferic.

Subfamilia *Coryloideae*

Florile masculine sunt foarte reduse, fără perigon, câte una în axila unei bractei, cu 2-20 stamine, cele feminine cu perigon rudimentar. Cupula mare, erbacee, rezultată din concreşterea frunzelor anterioare, protejează o singură nucă.

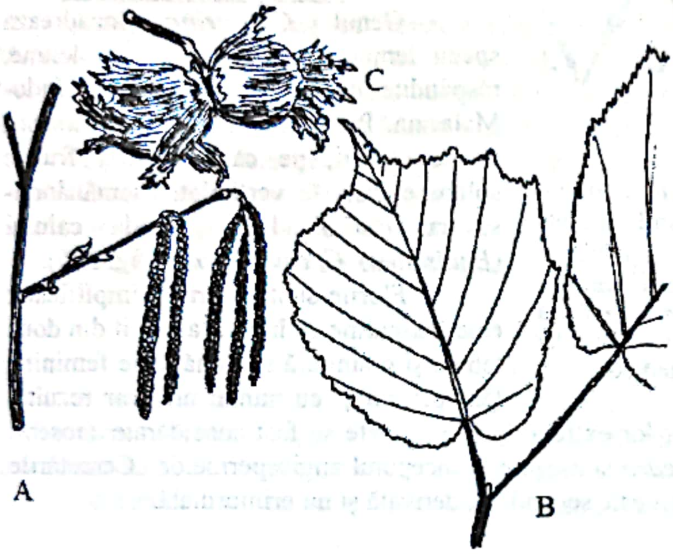


Fig. 323. *Corylus avellana*: A – lăstar fără frunze cu amenţi masculini penduli; B – frunze; C – două nuci cu involucru fructifer în formă de cupă (după Flora R.P.R.)

Familia încadrează 4 genuri: *Corylus, Carpinus* şi *Ostrya* (cu specii şi în flora României) şi *Ostryopsis* cu 2 specii în Mongolia şi China.

Genul ***Corylus*** (Alunul) cuprinde 15 specii în Emisfera de Nord. *C. avellana* (Alunul comun) (fig. 323) este arbust frecvent în păduri de foioase din regiunea de deal şi submontană. Inflorescenţele masculine se formează pe ramurile din anii precedenţi. Primăvara, în timpul înfloririi, amenţii se alungesc mult şi devin pendenţi. Inflorescenţele feminine la înflorire stau ascunse în muguri, în afară ies numai stigmatele roşii. Nucile mari, grele, sunt răspândite de veveriţe, ciocănitori. Sunt comestibile, conţin în cotiledoane multe grăsimi. Specii sud-europene: *C. colurna* (Alunul turcesc) şi *C. maxima* (Alunul cu frunza mare) au fructele, de asemenea, comestibile.

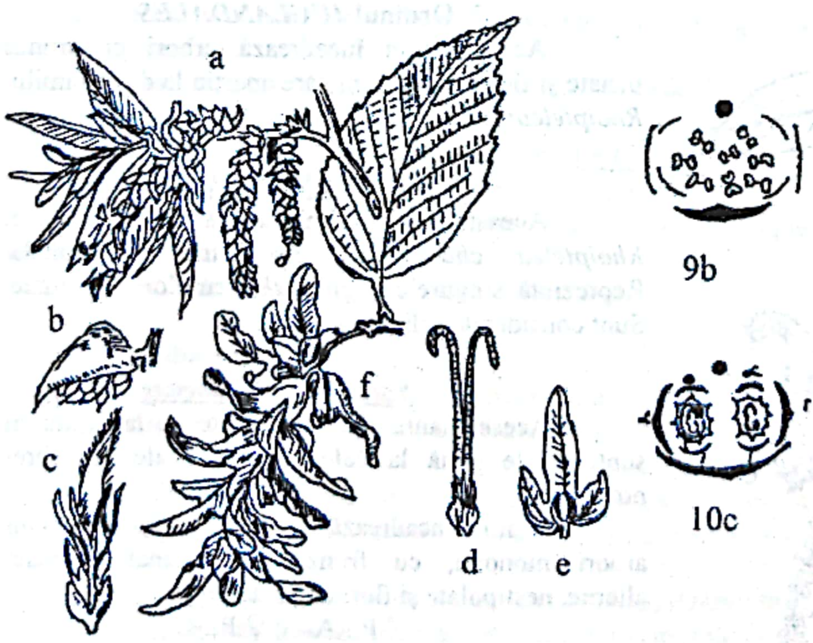


Fig. 324. *Carpinus betulus*: a – lăstar cu inflorescenţe; b – un dichaziu masculin; c – dichaziu feminin; d – floarea feminină; e – achenă la baza unei bractei trilobate; f- lăstar cu fructe; 9b – diagrama unui dichaziu masculin; 10c – diagrama unui dichaziu feminin (după Karsten)

La genul ***Carpinus***, inflorescenţele feminine se formează pe lăstari cu frunze din anul în curs. În axila unei bractei se află un dichaziu biflor. Amenţii masculini sunt pendenţi (spre deosebire de cei feminini semierecţi), se formează la extremitatea unui lujer scurt, nefoliat, din anul precedent. *C. betulus* (Carpenul) (fig. 324) suportă, mai bine, climatul continental (mai uscat) şi solurile cu apa freatică mai aproape de suprafaţă, decât fagul. Carpenul este răspândit în întreaga Europă Centrală şi joacă rol edificator important în afara limitelor arealului fagului comun. În arealul fagului, în pădurile de fag, este , de regulă generală, diseminat, mai rar, subdominant. Se recunoaşte prin bracteea trilobată purtătoare a fructului. *C. orientalis* (Cărpiniţa) este arbust sau arbore de origine mediteraneană, sporadic în stațiuni însorite, în regiunea de dealuri și câmpie, la care nuca este protejată de o bractee întreagă.

Genul ***Ostrya*** cu 10 specii răspândite în regiunea temperată și sudul Americii Centrale. *O. carpinifolia* este răspândită în partea nordică a țărilor mediteraneene, deasupra arealului gorunului veșnic verde (*Quercus illex*).

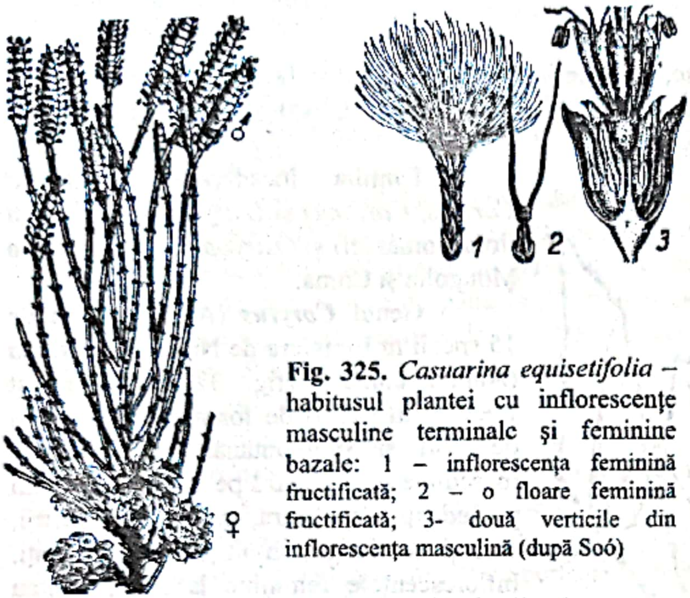


Fig. 325. *Casuarina equisetifolia* – habitusul plantei cu inflorescențe masculine terminale și feminine bazale: 1 – inflorescența feminină fructificată; 2 – o floare feminină fructificată; 3- două verticile din inflorescența masculină (după Soó)

4.2. Ordinul *CASUARINALES*

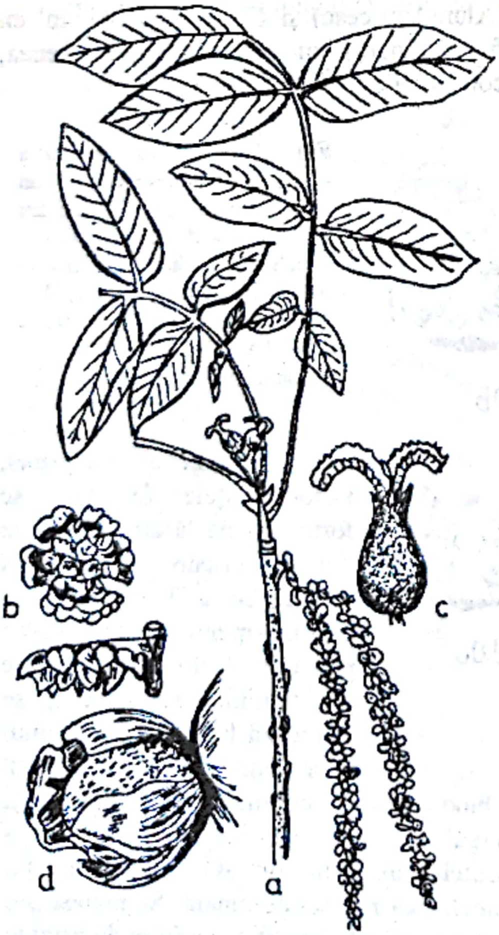
(= *Verticillatae*)

Acesta este un ordin izolat și particular cu o singură familie.

Familia *Casuarinaceae*

Genul ***Casuarina*** încadrează specii lemnoase rezistente la uscăciune, răspândite din Australia până în Indo-Malaezia. Prezintă ramuri de forma unor nuiele subțiri, pe care se află frunze solzoase dispuse verticilat, asemănându-se cu lăstarii de la coada calului (*Equisetum*). *C. equisetifolia* (fig. 325).

Florile sunt puternic simplificate: cele masculine cu înveliș alcătuit din două tepale și o singură stamină, cele feminine fără periant și cu numai un ovar rezultat din două carpele concrescute. Datorită florilor lor extrem de simplificate au fost considerate deosebit de primordiale, fiind puse în legătură cu *Ephedra* și așezate la începutul angiospermelor. Cercetările actuale au dovedit că organizarea simplă a florii este secundară, derivată și nu primordială.



Ordinele *Juglandales* și *Myricales* se caracterizează prin miros puternic, aromatic, dat de peri glandulari cu uleiuri eterice. Ovarul este format din două carpele cu ovule atrope.

4.3. Ordinul *JUGLANDALES*

Aceste ordin încadrează arbori cu frunze penate și flori cu perigon, care aparțin la două familii: *Rhoipteleaceae* și *Juglandaceae*.

Familia *Rhoipteleaceae*

Aceasta încadrează un singur gen cu o specie: *Rhoiptelea chiliantha*, din China meridională. Reprezintă singurele *Juglandales* cu flori bisexuate. Sunt considerate relicte.

Familia *Juglandaceae*

Acese plante sunt răspândite de la latitudini subtropicale până la cele temperate ale emisferei nordice.

Familia încadrează 7 genuri cu 64 specii. Sunt arbori monoici, cu frunze imparipenat-compuse, alterne, nestipulate și flori unisexuate.

♂ $P_{3-5}A_{40-3}$; ♀ $P_{4-2}G_{\underline{(2)}}$

Fig. 326. *Juglans regia*: a - lăstar cu amenți masculini pendenți și două flori fminine în vârful lăstarului anual; 6 – fragment din amentul masculin; c – floare feminină cu ovarul terminat cu două stigmate papiloase; d – fructul drupă parțial dehiscentă (după Flora R.P.R.)

Genul **Juglans**. *J. regia* (Nucul) (fig. 326) este o specie submediteraneană. Florile masculine sunt grupate în amenţi lungi şi groşi, care se formează din mugurii axilari ai frunzelor de pe ramurile din anii precedenţi. Ele prezintă un perigon sepaloid format din 3-5 tepale, concrescute cu bracteea şi cele două bracteole aşezate mai în faţă. Androceul este format din 40-3 stamine (mai multe la florile inferioare).

Florile feminine sunt solitare sau în grupe mici 2-5 (-7), situate terminal, pe lăstarii din anul în curs. Prezintă un perigon format din 4-2 tepale verzui, ce înconjoară ovarul care prezintă în vârf două stigmate groase, papiloase, cu rol în captarea şi reţinerea polenului. Este frecventă chalozogamia.

Polenizarea este anemofilă, iar fructele sunt drupe. Sâmburele, la germinare, se deschide de-a lungul unei linii de separare prefigurată, situată perpendicular pe sutura de concreştere a carpelelor.

Cotiledoanele sunt mari, multiplu lobate prin pereţi despărţitori incompleţi şi sunt bogate în ulei.

Utilizări medicinale au frunzele (*Juglandis folium*), coaja fructelor neajunse la maturare (*Nucum Juglandis pericarpium*, med.) precum şi seminţele, bogate în lipide, vitamine etc. *J. nigra* (Nucul negru nord-american) este arbore forestier şi ornamental, înalt până la 50 m. Frunzele imparipenate prezintă numeroase foliole mai mici (decât la *J. regia*) şi cu marginea serată.

Genul **Carya** încadrează 25 specii originare din estul Asiei şi în America de Nord.

Genul **Pterocarya**: *P. fraxinifolia* (Nucul caucazian).

Genul **Engelhardia** cuprinde 12 specii răspândite în Asia S-E şi America Centrală.

Aceste din urmă genuri prezintă fructe primar aripate.

4.4. Ordinul *MYRICALES*

Familia *Myricaceae*

Se caracterizează prin frunze nedivizate sau lobate şi flori lipsite de periant.

Genul **Myrica** cu specia *M. gale* creşte în locuri mlăştinoase din zona atlantică. Prezintă celule cu taninuri dar şi uleiuri aromatice. Pe rădăcini se află nodozităţi date de simbioza cu actinomicete.

M. sapida din Arhipeleagul Malaez are fructe comestibile.

4.5. Supraordinul *URTICANAE*

5.1. Ordinul *URTICALES*

Ordinul încadrează plante lemnoase sau erbacee, la care florile nu sunt grupate în amenţi. Prezintă vase laticifere şi cistolite. La unele dintre ele se află fibre liberiene valorificabile tehnic. Frunzele uneori sunt nedivizate, adesea lobate şi prevăzute cu stipule mici, neînsemnate.

Ovarele provin din două carpele concrescute, nu sunt împărţite în camere şi conţin un singur ovul. Fructele sunt nuci sau drupe.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Ulmaceae, Moraceae, Cannabaceae* şi *Urticaceae*.

Familia *Ulmaceae*

Reprezentanţii familiei sunt singurele *Urticales* cu flori bisexuate.

Sunt plante lemnoase care se recunosc prin frunzele lor simple cu baza asimetrică. Florile lor bisexuate sunt grupate în cime glomerulate.

Familia se divide în două subfamilii: *Ulmoideae* şi *Celtoideae*

Subfamilia *Ulmoideae*

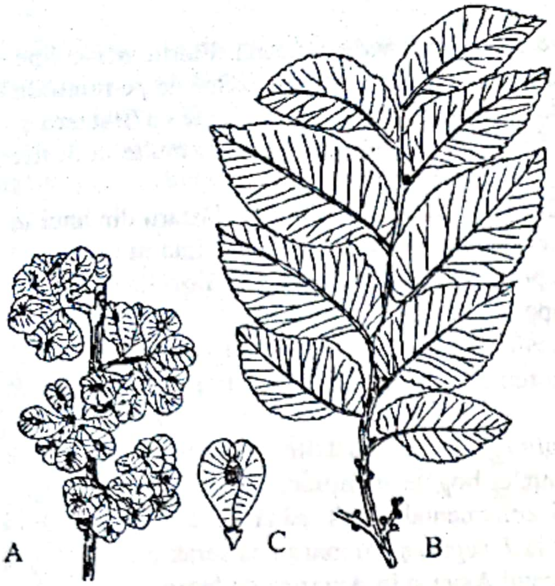
Genul **Ulmus** încadrează specii lemnoase fără latex. Florile se formează pe lăstarii din anii precedenţi şi apar înainte de înfrunzire, în februarie-martie.

$$* P_{4\text{-}5}A_{4\text{-}5}G_{\underline{(2)}}$$

Polenizarea este făcută de insecte, atrase de perigonul roşcat, anterele roşii care ies din floare şi mai ales de nectarul florilor. Fructul este o nucă aripată (monosamară), care se formează în aprilie-mai, în timpul formării frunzelor.

Specii mai comune de *Ulmus*: *U. laevis* (*U. effusa*) (Ulmul tremurător, Velnişul) se recunoaşte prin samarele emarginate la vârf, lung pedunculate, cu marginile ciliate; *U. glabra* (*U. montana* = *U. scabra*) (Ulmul de munte) are monosamara subsesilă, îngustată spre ambele capete. *U. minor* (*U. campestris*) (Ulmul de câmp) (fig. 327).

Obs. Ulmii din Europa Centrală (inclusiv România) au fost aproape decimaţi de o ciupercă (*Ophiostoma*) vehiculată prin înţepăturile unui scarabeu (gândac). Uscăciunea arborilor începe de la vârf spre bază.



Subfamilia *Celtoideae*

Genul ***Celtis*** are flori ce se formează pe lăstarii din anul în curs, apar o dată cu frunzele, iar fructul este o drupă. *C. occidentalis* (Sâmbovină nord-americană) se cultivă şi la noi ca arbore forestier şi ornamental. În flora României sunt două specii spontane: *C. glabrata* (în Dobrogea) şi *C. australis* (în judeţele Caraş-Severin, Mehedinţi şi Constanţa).

Lemnul *Ulmaceelor* are largi utilizări în construcţii, ca lemn de foc etc.

Fig. 327. *Ulmus minor*: A - lăstar de primăvară nefoliat cu fructe; B – lăstar de vară cu frunze; C – monosamară (după Flora R.P.R.)

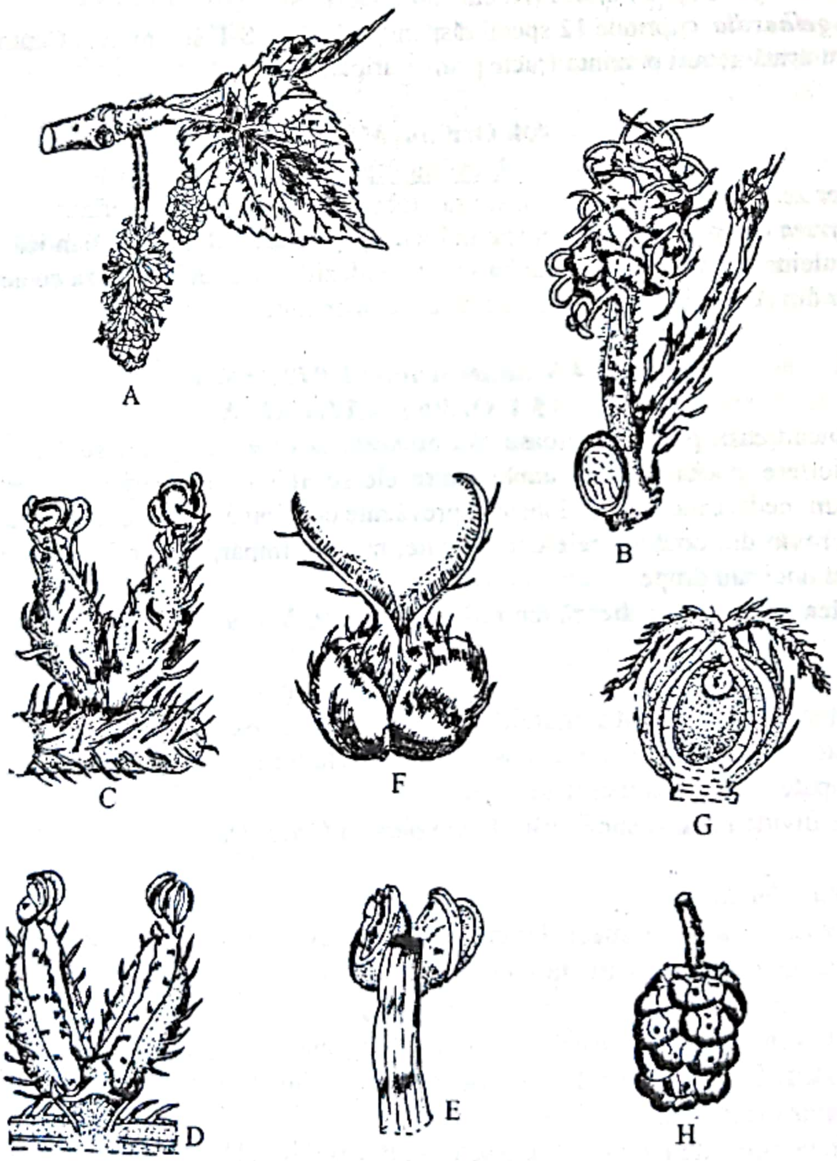


Fig. 328. *Morus nigra*: A – lăstar cu inflorescenţe amentiforme masculine pendente; B – inflorescenţe amentiforme feminine erecte; C – vedere dorsală asupra unei singure flori masculine la mijlocul înfloririi; D – secţiune longitudinală în floare masculină; E – partea superioară a staminei cu antere oscilante şi cu dehiscenţă longitudinală; F – floarea feminină cu ovar şi două stigmate papiloase extinse; G – secţiune longitudinală în floarea feminină,în care ovarul fiecărei carpele conţine un singur ovul anatrop; H – fructul cărnos – soroza (după Hickey et King)

Familia *Moraceae*

Familia încadrează 1.280 specii larg răspândite în zone tropicale şi subtropicale, mai puţin în cele temperate. Sunt arbori sau arbuşti cu latex. Acesta serveşte la extragerea cauciucului natural de la *Castilloa elastica* (Mexic) şi *Ficus elastica* (India de est). Frunzele sunt simple, serate sau lobate, alterne şi prevăzute cu stipule caduce.

Florile sunt unisexuate, dispuse monoic sau dioic, grupate în inflorescenţe amentiforme caracteristice. Din inflorescenţele feminine se formează ansambluri particulare de fructe.

Genul ***Morus*** (Dudul) se caracterizează prin faptul că atât florile masculine cât şi cele feminine sunt grupate în inflorescenţe caracteristice amentiforme. După polenizare, inflorescenţele masculine cad, iar cele feminine, în întregime, se transformă în fructul comestibil numit „dudă". Micile fructe individuale, ale fiecărei inflorescenţe feminine, sunt legate între ele prin tepalele perigonului, care devin cărnoase. Întregul complex poartă numele de soroză. *M. alba* (Dudul alb) este o specie chinezească, la noi cultivată şi subspontană. Se cultivă ca arbore industrial, alimentar sau pentru frunzele sale, utilizate ca hrană, pentru larvele fluturelui de mătase (*Bombyx mori*). Sorozele de la dudul alb pot fi variat colorate: alb, gălbui, violaceu sau negru şi sunt căzătoare la maturarea lor. *M. nigra* (Dudul negru) (fig. 328) este mai rar întâlnit în cultură decât *M. alba*. La dudul negru soroza este mai mare, acrişoară, aproape sesilă şi necăzătoare la maturarea sa.

♂ $*P_{4;(4)}A_{4(-1)}$
♀ $*P_{4;(4)}G_{\underline{(2)}}$

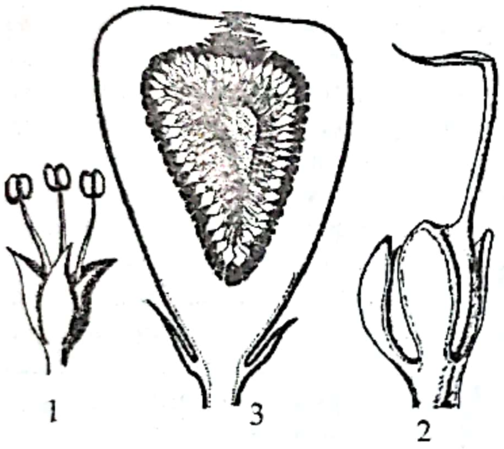


Fig. 329. *Ficus carica*: 1 – floarea masculină; 2 – floarea feminină; 3- secţiune longitudinală în receptaculul cu fructe (după Karsten)

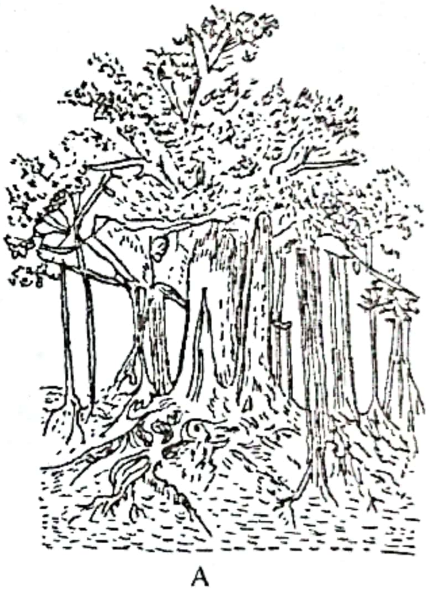


Fig. 330. *Ficus bengalensis* (după Kursanov)

Genul ***Ficus*** cu 750 specii. La acestea florile şi respectiv fructele individuale sunt cufundate în receptaculul sub formă de urcior (fig. 329), cu un orificiu terminal. Spre orificiu se află florile masculine, iar spre bază două feluri de flori ♀: cu stil lung şi cu stil scurt. Achenele se formează numai din florile cu stil lung. După polenizare şi fertilizare se formează numeroase achene, împlântate în receptacul, care, împreună cu perigonul florilor, devine cărnos. Întregul fruct compus, cărnos, poartă numele de siconă. La *F. carica* (Smochinul mediteranean), un arbust cu frunze palmat-lobate, verzi vara, fructele poartă numele de smochine şi sunt comestibile. Uneori creşte şi subspontan.

Multe specii exotice de *Ficus* sunt arbuşti cu frunze veşnic-verzi, răspândite în pădurile tropicale, uneori sunt arbori mari. Cel mai particular dintre aceştia este *Ficus bengalensis* (Banyanul) (fig. 330) care creşte în India în zone mlăştinoase, de mangrove. Fructele lui germinează pe trunchiurile unor arbori tropicali, se dezvoltă apoi ca o epifită impunătoare, care trimite rădăcinile sale până la sol. Acestea se îngroaşă ca nişte coloane şi în cele din urmă sugrumă arborele său de sprijin. Din ramurile sale orizontale pornesc mereu noi rădăcini care se înfig în sol şi astfel dintr-o plantulă ia naştere o întregă „pădure", greu de străbătut. Ca specii ornamentale de sere şi apartamente se cultivă: *F. elastica*, originar din India, din latexul căruia se prepară cauciucul natural; *F. lyrata; F. pumilla* ş.a.

Genul ***Maclura*** cu specia *M. pomifera* (Maclura) este arbore originar din America de Nord. Pe lăstari prezintă ghimpi, iar frunzele sunt întregi, asemănătoare cu ale dudului. Inflorescențele și respectiv, fructul are forma unui capitul sferic, de 10-14 cm în diametru. Se cultivă pentru garduri vii.

Arctocarpos incisa (Arborele de pâine) este originar din Indo-Malaezia. Fructele sunt făinoase și cu valoare alimentară. Se cultivă în zone tropicale.

Castilloa elastica (Arborele de cauciuc) este originar din America Centrală (Panama) și de Nord (Mexic). Din latexul său se extrage cauciuc natural.

Brosimum galactodendron (Arborele vacă) este arbore la care latexul din tulpină, obținut prin incizii, are valoare alimentară.

Broussonetia papyrifera (Dudul de hârtie, Hârtia de China) este arbore a cărui scoarță reprezintă materia primă pentru prepararea hârtiei.

Familia *Cannabaceae* (*Cannabinaceae*)

Familia încadrează plante erbacee anuale sau perene, fără latex, ale căror frunze sunt simple sau compuse, cu stipule caduce. Florile sunt unisexuate dispuse dioic, pe tipul 5, cu perigon sepaloid.

♂ * $P_{(5)}A_5$; ♀ * $P_{(5)}G_{\underline{(2)}}$

Polenizarea este anemofilă, iar fructul este o nucă, provenită din gineceu pseudomonomer, cu ovule anatrope.

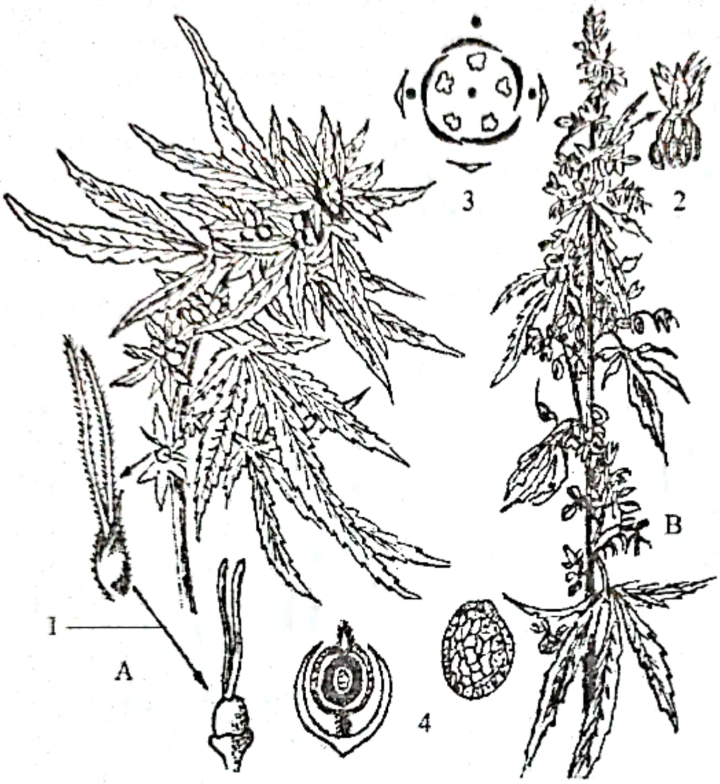


Fig. 331. *Cannabis sativa*: A – exemplar cu flori feminine (Cânepa de toamnă); B – exemplar cu flori masculine (Cânepa de vară); 1 – floarea feminină și fructul; 2 – floarea masculină; 3 – diagrama florii masculine; 4 – fructul în secțiune longitudinală (după Kursanov, din Buia et al.)

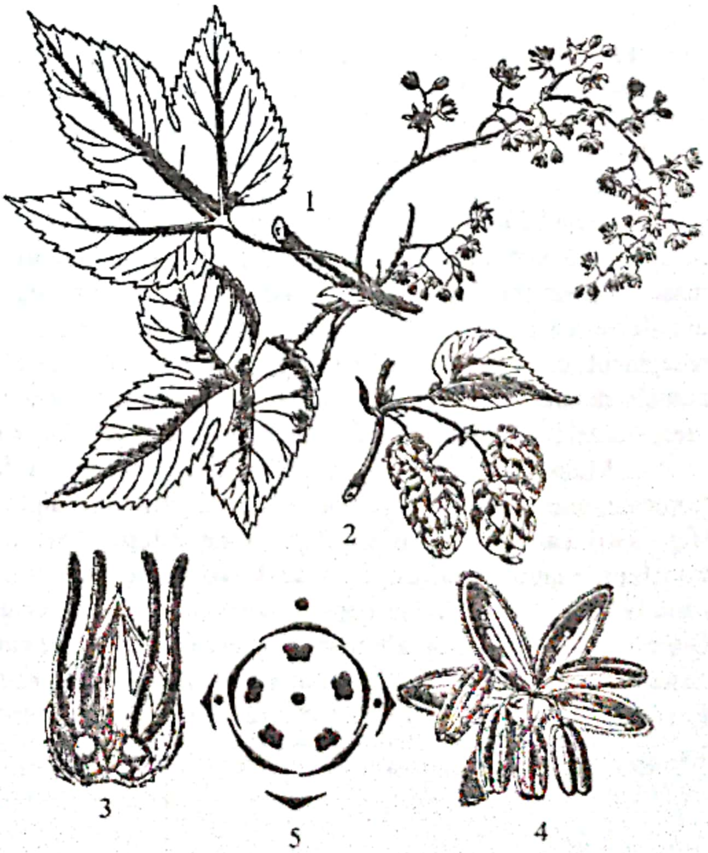


Fig. 332. *Humulus lupulus*: 1 – fragment de lăstar cu flori masculine; 2 – fragment de lăstar cu inflorescențe feminine (conuri); 3 – un dichaziu feminin; 4 – floarea masculină; 5 – diagrama florii masculine (după Soó)

Genul ***Cannabis*** (Cânepa) se caracterizează prin tulpini erecte, cu frunze palmat sectate sau palmat-compuse, dispuse altern. *C. sativa* (fig. 331) este originară din sudul Asiei. *C. s.* subsp. *sativa* este specie unianuală, cultivată mai ales pentru fibrele ei textile (liberiene), lungi de 1-2 m și mai puțin pentru semințele bogate în ulei. *C. s.*

subsp. *indica* (Cânepa indiană) se cultivă în ţări din America şi Asia. Vârfurile lăstarilor exemplarelor feminine uscate, de la diferite cultivaruri mai bogate în răşină narcotică, sunt fumate ca stupefiante: haşiş şi marijuana (denumirea mexicană a drogului). *C. s.* subsp. *spontanea* (*C. ruderalis*) creşte spontan în plantaţii de salcâm, marginea pădurilor etc.

Humulus lupulus (Hameiul) (fig. 332) este o plantă perenă, volubilă, care se încolăceşte pe suport spre stânga. Este dioică, cu peri aspri pe lăstari şi creşte spontan în zone mlăştinoase din lunci. Conurile feminine ale cultivarurilor, cu fructe protejate de bractei frapante, pe care se află glande bogate în răşină şi substanţe amare, se utilizează la aromatizarea berii dar şi în terapeutică (*Lupuli glandula, strobilus*, med.). *H. japonicus* se cultivă pentru ornament.

Familia *Urticaceae*

Sunt peste 1.000 specii, din această familie, răspândite în zone temperate şi tropicale. Sunt plante erbacee cu flori unisexuate, anemofile, dispuse monoic sau dioic. Pe axele lăstarilor şi frunze se pot afla sau nu peri urticanţi. Fructele sunt mici, înconjurate sau nu de perigonul persistent. În faza de mugure a florilor, staminele sunt înconvoiate spre interior, la înflorire sar elastic spre înapoi şi aruncă în afară polenul pulverulent.

Urtica dioica (Urzica vie, Urzica mare) este o plantă perenă, ruderală şi de locuri târlite, comună de la câmpie până în alpin. Frunzele au utilizări alimentare fiind bogate în Fe. Lăstarii cu frunzele tinere (*Urticae folium, herba*, med.) au utilizări medicinale, la fel şi tinctura de rădăcină (*Urticae radix*). În mod paradoxal, urzica vie este una din cele mai bune plante de leac pe care le avem, dar insuficient folosită. *U. urens* (Urzica grecească) creşte în locuri rederale. Ambele specii prezintă peri urticanţi.

Boehmeria nivea (Ramia) este una dintre cele peste 100 specii ale genului. Se cultivă în regiuni tropicale şi subtropicale pentru fibrele textile (ramia) cu variate utilizări.

4.6. Supraordinul *FABANAE*

Caracteristica lor este transformarea florilor radiare în flori zigomorfe şi reducerea gineceului la 2 (1) carpele (ă). Legătura cu *Rosanae* este justificată morfologic dar şi molecular cu ADN.

Sistematica. Supraordinul încadrează două ordine: *Fabales* şi *Polygalales*.

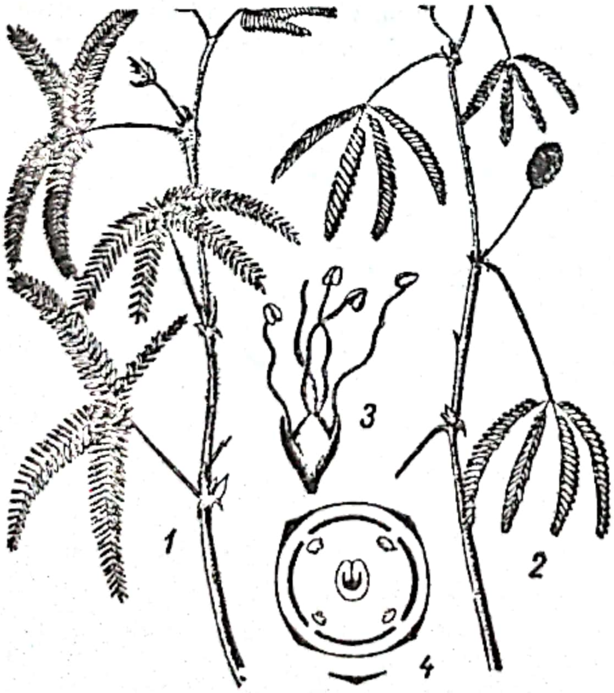


Fig. 333. *Mimosaceae*: *Mimosa pudica*: 1 – lăstar cu frunze penat compuse; 2 – lăstar cu frunze la care foliolele se strâng pe rahis sub influenţa unui excitant extern; 3 – floarea; 4 – diagrama florală (după Soó)

6.1. Ordinul *FABALES* (= *LEGUMINOSALES*)

Plante lemnoase şi erbacee caracterizate prin gineceul redus la o singură carpelă cu poziţie superioară, din care se formează fructul – o păstaie (legumă) cu mai multe seminţe (rareori una singură), care se deschide ventricid şi dorsicid. Seminţele sunt, de cele mai multe ori, lipsite de endosperm. În locul acestuia, în cotiledoanele embrionului, sunt înmagazinate substanţele de rezervă: amidon, multe proteine şi în parte şi grăsimi.

Frunzele sunt, de regulă generală, penat-compuse şi stipulate. Stipulele sunt compuse.

Rădăcinile prezintă nodozităţi, în care se află specii de *Rhizobium* simbionte, care fixează azotul din aer (N_2).

În tuburile ciuruite se află plastide de tip P.

Reprezintă un grup unitar prin două caractere: stipule compuse şi gineceul cu o singură carpelă. Cu cele circa 18. 000 specii ocupă locul II după *Asterales*, între angiospermele actuale.

Sistematica. După mai mulți botaniști, ordinul cuprinde o singură familie: *Leguminosae* s.l. cu trei subfamilii: *Mimosoideae, Caesalpinioideae* și *Papilionatae*. În ultimul timp, se consideră că acestea au suficiente caractere distinctive pentru a fi tratate ca familii de sine stătătoare: *Mimosaceae, Caesalpiniaceae* și *Fabaceae* (= *Papilionaceae*).

Familia *Mimosaceae*

Familia cuprinde circa 60 genuri cu 3.100 specii. Sunt plante lemnoase și erbacee, tropicale și subtropicale, din Africa, Australia, Asia și America. În zonele temperate se cultivă în scop ornamental.

Frunzele, de cele mai multe ori, sunt dublu-penat-compuse, dispuse altern, cu stipule adesea transformate în spini. Uneori frunzele sunt reduse la filodii.

Florile sunt radiar simetrice și cu poliandrie secundară, făcând astfel legătura cu *Rosanae*- le. Acestea sunt grupate în inflorescențe capituliforme sau spiciforme.

O floare este pe tipul 4 sau 5, heterochlamideică și frapează prin numărul mare de stamine, cu filamentele lungi, colorate. În faza de mugure floral sepalele și petalele se ating prin marginile lor, fără a se acoperi (preflorație valvată). Grăuncioarele de polen rămân, adesea, unite în uniuni mai mari, denumite poliade. Păstaia este, uneori, lungă de până la 1 m.

$$* K_{4\text{-}5}C_{(4\text{-}5)}A_{\infty;4\text{-}5}G_{\underline{1}}$$

Genul ***Mimosa*** încadrează circa 350 specii răspândite, îndeosebi, în zone tropicale și subtropicale din America. *M. pudica* (Mimosa senzitivă) (fig. 333) este o buruiană pantropicală renumită prin sensibilitatea frunzelor ei. Atinge înălțimea de 40-100 cm. La noi se cultivă în sere și se utilizează în experiențe de fiziologie vegetală.

Genul ***Albizia*** cuprinde 100-150 specii arbroscente, răspândite în regiuni călduroase ale Eurasiei. Se cultivă în grădini botanice și parcuri dendrologice.

Genul ***Acacia*** cuprinde circa 800 specii, de cele mai multe ori, arborescente. Cele mai numeroase se află în păduri xerofile australiene și prezintă filodii. Unele sunt plante ale furnicilor, mai multe furnizează din coaja lor cauciuc natural, altele substanțe tanante. *A. lophantha* ș.a. Din unele specii africane (de ex. *A. senegal*) se prepară guma arabică. *A. sphaerocephala* și *A. catechu* (fig. 334).

Alte genuri: ***Inga, Calliandra, Pithecellobium***.

Familia *Caesalpiniaceae*

Familia încadrează 154 genuri cu circa 2.800 specii. Sunt plante lemnoase (arbori, arbuști sau liane) subtropicale, care în regiunile temperate se cultivă în scop decorativ. De cele mai multe ori frunzele sunt simple sau dublu penat-compuse (mai rar), adesea fără stipule.

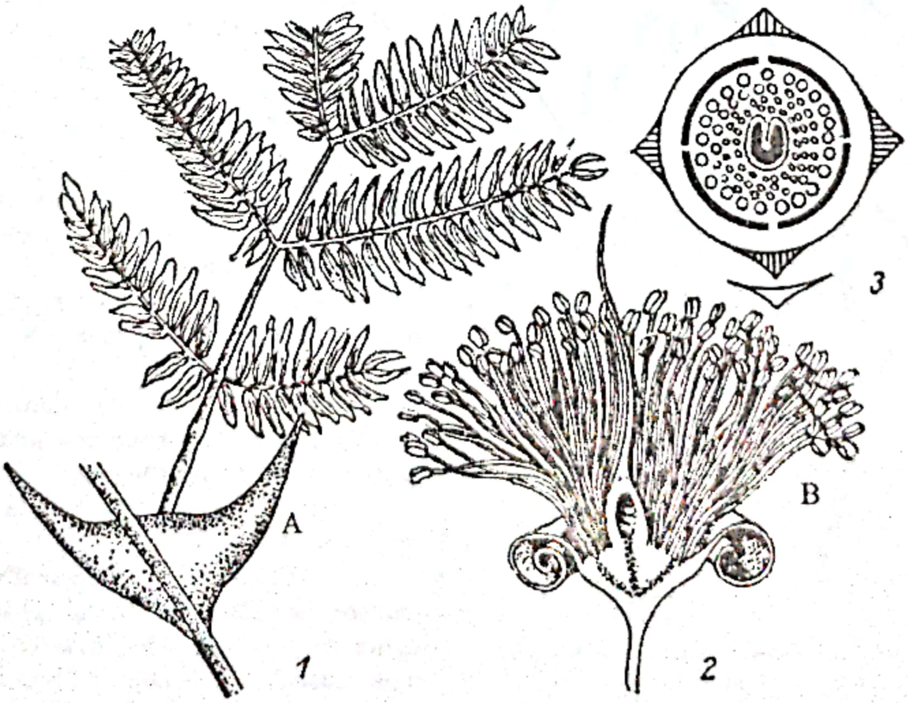


Fig. 334. A. - *Acacia sphaerocephala*: 1 – frunza cu stipule transformate în spini; B – *A. cathechu*: 2 - secțiune longitudinală în floare și diagrama florii (3) (după Soó)

Florile sunt heterochlamideice și la acestea se poate evidenția apariția treptată a zigomorfiei. În mugure, sepalele și petalele sunt imbricate (adică se acoperă prin marginile lor), rareori valvate. Petalele sunt inegale ca mărime și în mugure, acoperirea lor este ascendentă: cele două petale de jos sunt cele mai mari și acoperă pe cele două laterale și acestea pe cea de sus, carea este cea mai mică (invers față de *Fabaceae*). $\ast, {}^{\circ}\,|\,{}^{\circ}\, K_{5-4}C_{5-4}A_{5-4;10}G_{1}$

Genul ***Caesalpinia*** încadrează 100 specii tropicale și subtropicale, de la care se folosește lemnul frumos colorat. *C. giliesii* se cultivă prin grădini botanice.

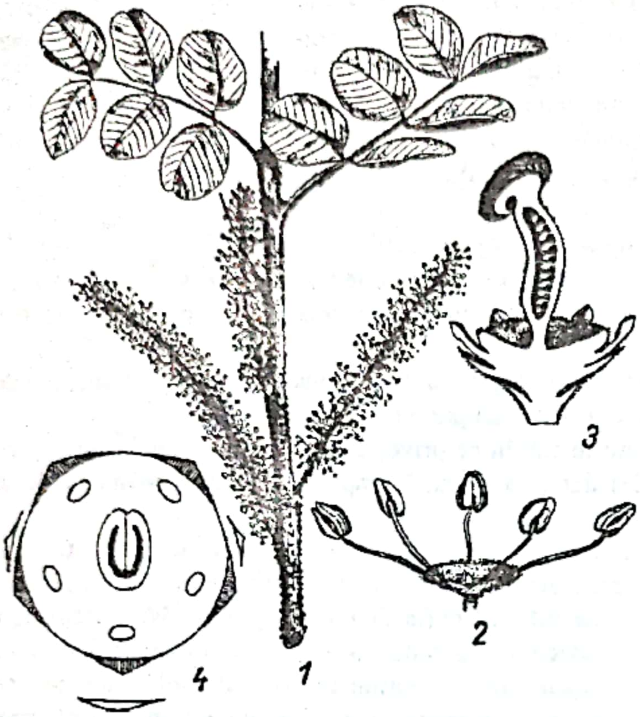


Fig. 335. *Caesalpiniaceae*: *Ceratonia siliqua*: 1 – lăstar cu inflorescențe; 2 – floarea văzută de sus; 3 – secțiune în floare; 4 – diagrama florii (după Soó)

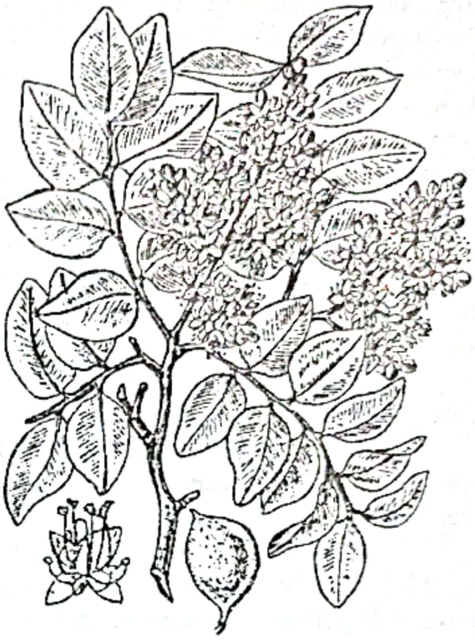


Fig. 336. *Copaifera langsdorfii*: lăstar cu inflorescențe; o floare și fruct mărite (după Karsten)

Genul ***Gleditsia*** cuprinde 5 specii subtropicale. Cea mai comună este *G. triacanthos* (Gledice, Tecar). Este arbore originar din America de Nord, cu ghimpii de pe lăstar puternici, ramificați. Păstaia este indehiscentă, lungă de 30-50 cm. Se cultivă ca arbore ornamental și mai ales pentru garduri vii.

Genul ***Cercis*** încadrează specii arborescente sau arbustive, cu frunze simple și cauliflorie, adică dispunerea florilor, în glomerule, pe axele groase ale lăstarului. *C. siliquastrum* (Arborele lui Iuda) și *C. canadensis* sunt frecvent cultivate pentru ornament. Se deosebesc între ele prin vârful limbului frunzei, emarginat și respectiv acuminat.

Ceratonia siliqua (Roșcovul) (fig. 335) este arbust mediteranean cu păstăi indehiscente, comestibile.

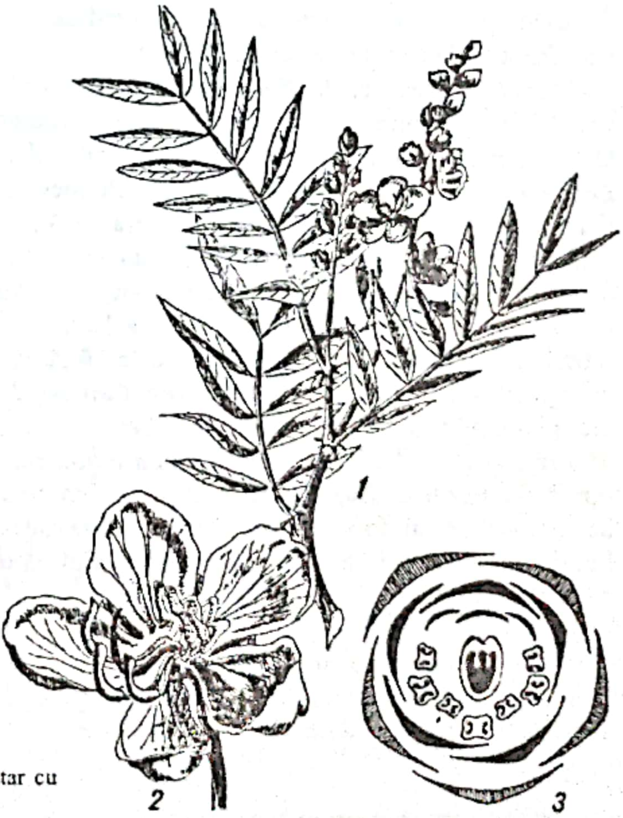


Fig. 337. *Caesalpiniaceae*: *Cassia floribunda*; 1 - lăstar cu flori; 2 – floarea; 3 – diagrama florală (după Soó)

Genul ***Cassia*** încadrează 450 specii tropicale și din zone calde ale regiunii temperate. Frunzele și fructele unor specii au valoare terapeutică (*Sennae fructus, folium*, med.): *C. angustifolia, C. fistulosa, C. floribunda* (fig. 337).

Haematoxylon campechianum este arbore din America Centrală, mult cultivat în India pentru lemnul său de culoare roșie-violacee, din care se extrage o materie colorantă violacee numită hematoxilină. Această are utilizări industriale dar și în cercetări de anatomie vegetală și animală pentru colorarea unor părți ale celulei. Genul ***Copaifera*** încadrează 25-30 specii din America și Africa tropicală. *C. officinalis* din America de Sud tropicală furnizează rășina de copal. Are și utilizări farmaceutice (*Sennae fructus, folium*, off.). *C. langsdorfii* (fig. 336). Genul ***Trachylobium*** încadrează specia *T. verrucosum* care furnizează „Copalul de Zanzibar". De la genul ***Hymenaea,*** cu specii din America de Sud tropicală, se obține Copalul american. ***Krameria*** *triandra* din America are utilizări farmaceutice (*Ratanhiae radix, Tinctura Ratanhiae*, off.). ***Tamarindus indica*** din Africa tropicală. Prezintă fruct comestibil (păstaie baciformă) cu mezocarpul dulce, laxativ.

Familia *Fabaceae (Papilionaceae)*[*]

Aceasta încadrează leguminoasele propriu-zise din regiunile temperate, dar și multe din zone calde, tropicale și subtropicale, cultivate și spontane. Sunt în număr de circa 11.300 specii, care aparțin la 490 genuri.

La aceste plante sunt prezente toate formele biologice: arbori, arbuști, subarbuști, liane, plante erbacee perene (mai ales cele din munți și zonele reci) și mai puține unianuale.

La *Fabaceae* se poate evidenția o progresie atât în ce privește diversitatea formelor biologice (apariția formelor erbacee perene și unianuale) dar și a florii, în raport cu *Caesalpiniaceae-* le și *Mimosaceae-* le.

Frunzele imparipenate de la genurile ***Astragalus, Coronilla, Ornithopus, Sophora, Galega*** (fig. 338), ca și de la unele genuri din familiile precedente, sunt considerate primordiale, de la care au derivat cele palmate (la ***Lupinus sp.***) (fig. 339), cele trifoliolate (la ***Trifolium sp.*** (fig. 340), ***Medicago sp.***) și în cele din urmă cele simple (la multe specii ale genului ***Genista***), corespunzând foliolei terminale a frunzelor imparipenate. Uneori, în locul foliolei terminale sau ale foliolelor penate terminale, se află cârcei (la ***Vicia sp., Pisum sp.***, ș.a.). Reducerea a atins maximum la ***Lathyrus aphaca***, la care se mențin numai stipulele mari foliacee, care preiau funcțiile frunzelor. La ***Genista sagittalis, Ulex sp., Sorathamnus sp.*** fotosinteza o realizează axele verzi ale lăstarilor, deoarece frunzele lipsesc sau acestea sunt puține și reduse sau transformate în spini. Frunzele, la toate fabaceele, sunt însoțite de stipule de forme și dimensiuni diferite, mai mici decât foliolele frunzelor, rareori mai mari decât acestea, ca la ***Pisum*** (fig. 341). Florile fabaceelor (fig. 342) se deosebesc de cele ale cesalpiniaceelor prin faptul că sunt puternic zigomorfe și, de regulă generală, grupate în inflorescențe. O floare prezintă o organizare deosebită: caliciul format din 5 sepale concrescute (rareori libere, la ***Lens culinaris***); corola formată din 5 petale inegale (fig. 341 F, G): vexilul (stindard) este petala cea mai mare și în faza de boboc floral acoperă două petale laterale, egale între ele, numite aripioare (alae) și acestea luntrița (= carena), provenită din concreșterea parțială a celor două petale inferioare. Această acoperire a petalelor se numește descendentă. Androceul este alcătuit din 10 stamine, de regulă generală, 9 unite prin filamentele lor și a 10-a liberă, alcătuind androceul diadelf (la cele mai multe fabacee) (fig. 341-C; 342. 1-4); toate cele 10 stamine unite prin filamentele lor, alcătuind androceul monadelf (la genurile ***Lupinus, Cytisus, Genista, Laburnum,*** dar și la ***Arachis hypogaea*** și ***Glycine max***) (fig. 342. 5-6); toate staminele libere, alcătuind androceum choristemon (la genurile ***Sophora, Myroxylon*** ș.a.). Androceul choristemon reprezintă stadiul primar din care au derivat celelalte două tipuri. La florile de ***Lupinus*** se poate evidenția dimorfismul androceului: anterele de la florile care se deschid primele au formă alungită, iar celelalte (50%) au formă de rinichi. Staminele sunt acoperite de luntriță și în mijloc se află carpela, în ovarul căreia se găsesc numeroase până la un singur ovul campilotrop.

$$\circ|\circ\ K_{(5);5}C_{(5)}A_{5+5;(9)+1;(5+5)}G_{\underline{1}}$$

Polenizarea o realizează albinele sau bondarii. Florile posedă mecanisme care provoacă ieșirea bruscă a anterelor în afara florii și eliberarea polenului. Insectele se opresc pe aripioare sau luntriță și apăsând pe stamine determină ieșirea anterelor.

---

[*] Denumirea de *Fabaceae* derivă de la numele mai vechi al genului *Vicia* (= *Faba*), iar *Papilionaceae* de la forma de fluture (Papilio) a corolei.

Fructul este o păstaie (fig. 343) variată ca formă și dimensiuni, polispermă, dehiscentă, uneori transformată în păstaie strangulată (lomentă), cu elemente dintr-o sămânță și chiar fruct indehiscent cu o sămânță.

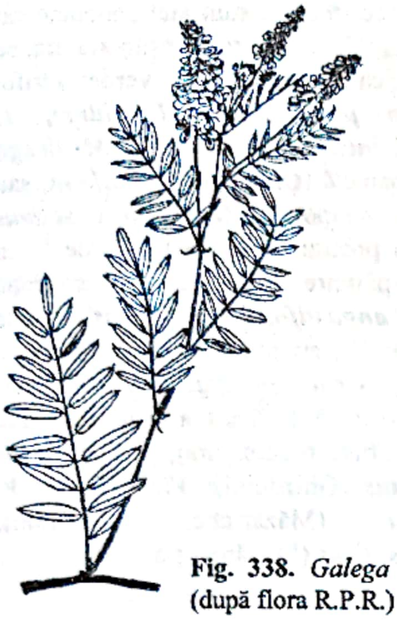


Fig. 338. *Galega officinalis* (după flora R.P.R.)

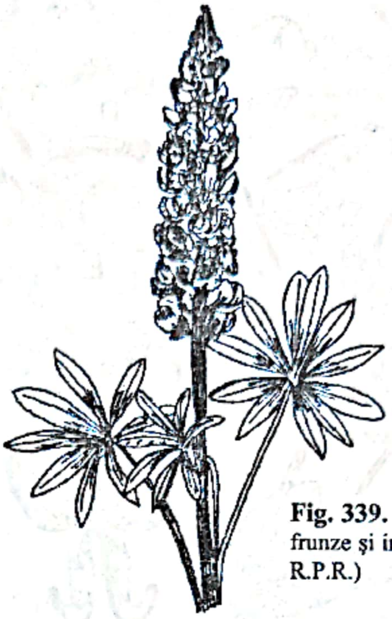


Fig. 339. *Lupinus polyphyllus* – frunze și inflorescențe (după Flora R.P.R.)

Semințele sunt înconjurate de o coajă care se umflă greu (coajă rigidă) și astfel germinația este încetinită. Substanțele de rezervă (amidon, multe proteine și puține grăsimi) se depozitează în cotiledoanele puternic dezvoltate.

Răspândirea și mediile de viață

Familia, extrem de bogată în specii, este răspândită pe tot globul. La tropice sunt preponderente formele lemnoase, iar extratropical predomină formele erbacee.

Datorită faptului că pot asimila azotul molecular atmosferic în nodozitățile lor, majoritatea fabaceelor preferă locuri sărace în substanțe azotoase, respectiv bogate în calcar, pe soluri uscate. De aceea, cele mai numeroase specii sunt răspândite în stepele și semideșerturile eurasiatice. Aici se găsesc și cele mai multe din cele peste 2.000 specii ale genului *Astragalus* (în special din secția *Tragacantha*), la care frunzele sunt transformate în spini și au creștere în formă de perne sferice. În România nu cresc specii din această secție.

Din punct de vedere biochimic, fabaceele se caracterizează prin prezența alcaloizilor, taninurilor, saponinelor etc. Datorită alcaloizilor, unele fabacee autohtone și exotice, sunt toxice pentru animale sau oameni.

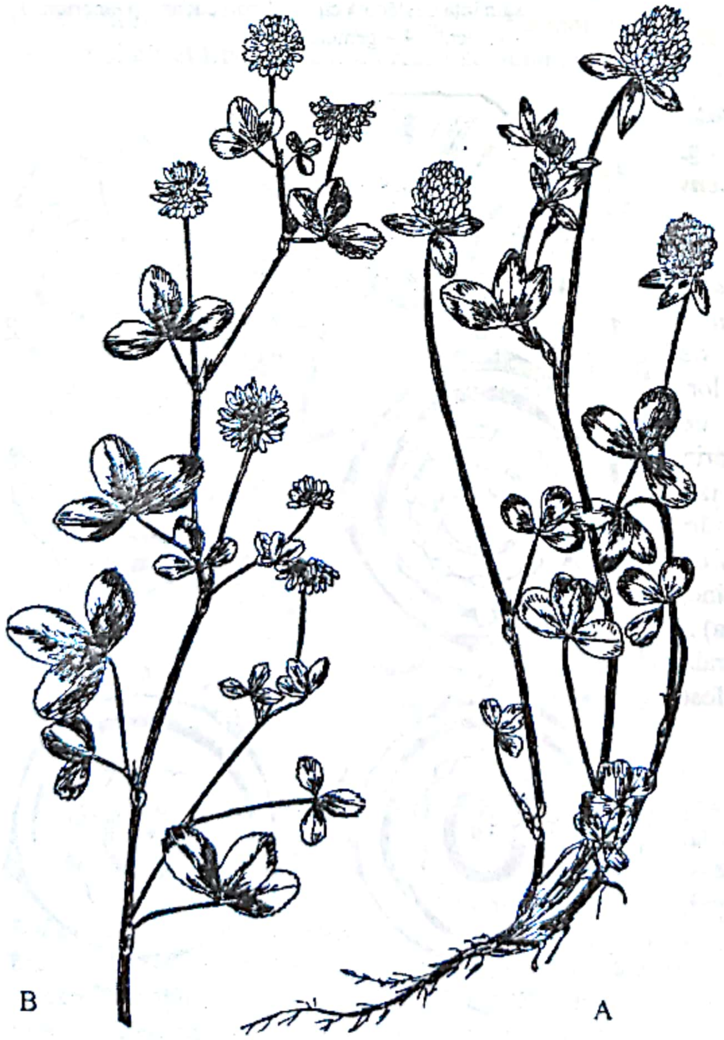


Fig. 340. A - *Trifolium pratense*; **B** – *T. hybridum* (după Flora R.P.R.)

Importanța economică este foarte mare.

Plantele furajere, care prosperă și pe soluri sărace în azot, sunt atât spontane cât și cultivate. Unele, îngropate sub arătură, se folosesc ca îngrășământ verde: trifoi (***Trifolium pratense, T. hybridum, T. repens, T. incarnatum***), lucerna (***Medicago sativa***), sparcetă (***Onobrychis viciifolia***) sau pe soluri nisipoase: ***Ornithopus sativus*** (Seradela) precum și unele specii de lupin cu răspândire circummediteraneană (***Lupinus angustifolius, L. luteus***). Multe leguminoase spontane din genurile ***Trifolium, Medicago*** (fig. 340, 344) ș.a. sporesc valoarea furajeră a pajiștilor sau altele se cultivă pentru furaj, precum ***Lotus corniculatus*** (Ghizdeiul); ***Vicia sativa, V. pannonica*** (Măzăriche, Ciocârlan); ***Lathyrus sativus*** (Măzăroi) ș.a.

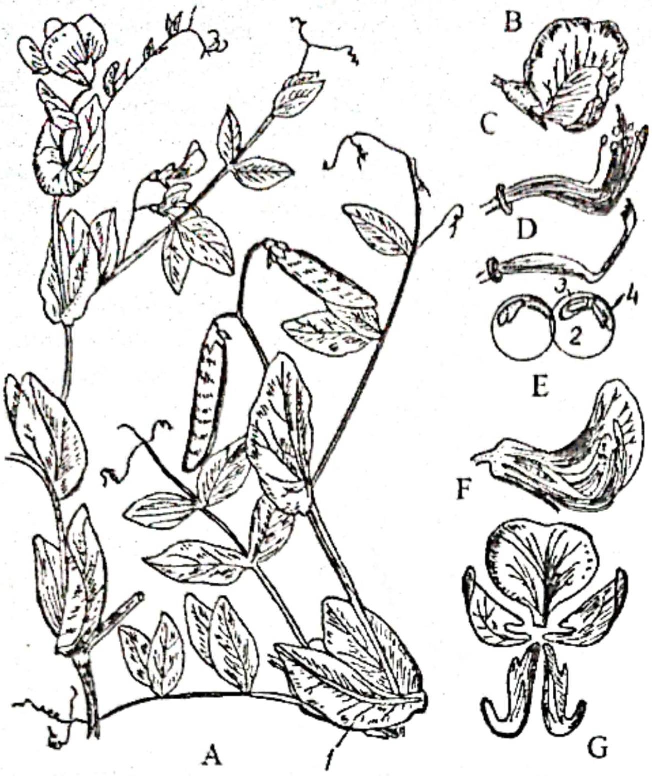


Fig. 341. *Pisum sativum*: A – habitusul general al plantei cu frunze, flori și fructe; B – floare papilionată; C – androceul și gineceul; D – gineceul monocarpelar geniculat; E – sământa; F – secțiune longitudinală în floare; G – corola: 1 – stipule; 2 – sământa desfăcută cu două cotiledoane și embrion; 3 – radicula; 4 – gemula

Plante alimentare

Fasolea cu bob mare, ***Vicia faba*** (Bobul), ***Pisum sativum*** (Mazărea) (fig. 341), ***Cicer arietinum*** (Năutul) și ***Lens culinaris*** (Lintea) sunt cunoscute pentru valoarea lor alimentară din Epoca de Piatră timpurie din S-V Asiei; ***Phaseolus vulgaris*** (Fasolea de grădină) și *Ph. coccineus* (Fasolea mare), originare din America de Sud, sunt larg cultivate pentru semințele lor. La plantele alimentare a fost adăugat de curând și lupinul dulce, la care, prin cultivare și selecție, au dispărut alcaloizii amari. În industrie au largi utilizări semințele de soia (*Soja hispida*), plantă de origine est-asiatică, bogate în proteine, lipide, săruri etc. ***Vigna sinensis*** (Fasolița) a fost mult cultivată în Europa Centrală datorită păstăilor comestibile. Treptat a fost înlocuită cu fasolea adusă din America.

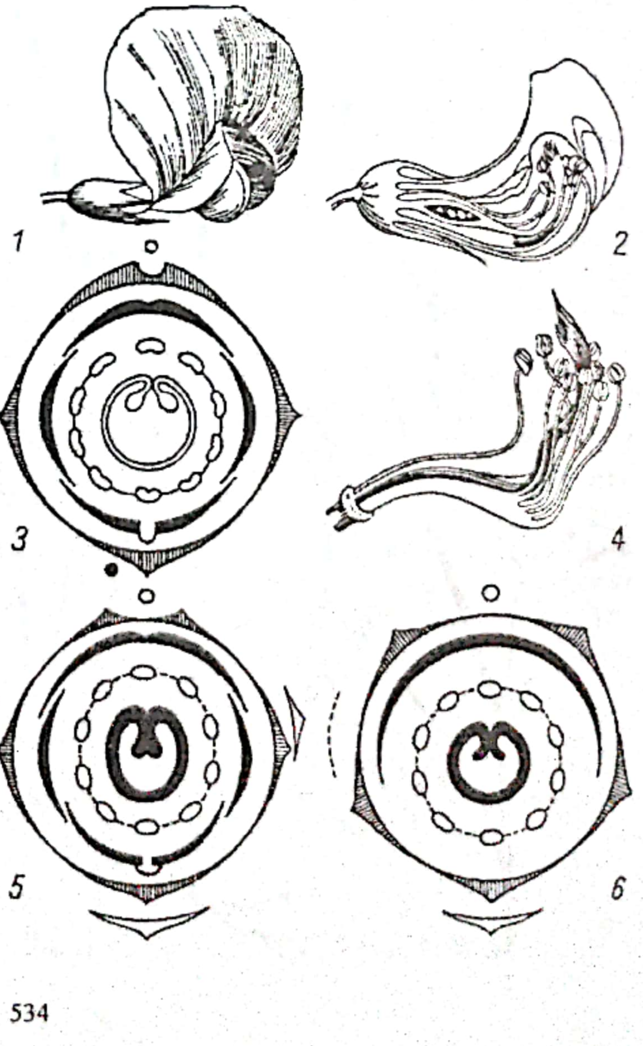


Fig. 342. Flori și diagrame florale la *Fabaceae*: 1 – floarea de *Pisum sativum*; 2 – secțiune longitudinală în floare; 3 – diagrama florală; 4 – androceul diadelf și gineceul; 5 – digrama florală la *Laburnum sp.*; 6 – diagrama florală la *Amorpha* (la 5 și 6 androceu monadelf) (după Soó)

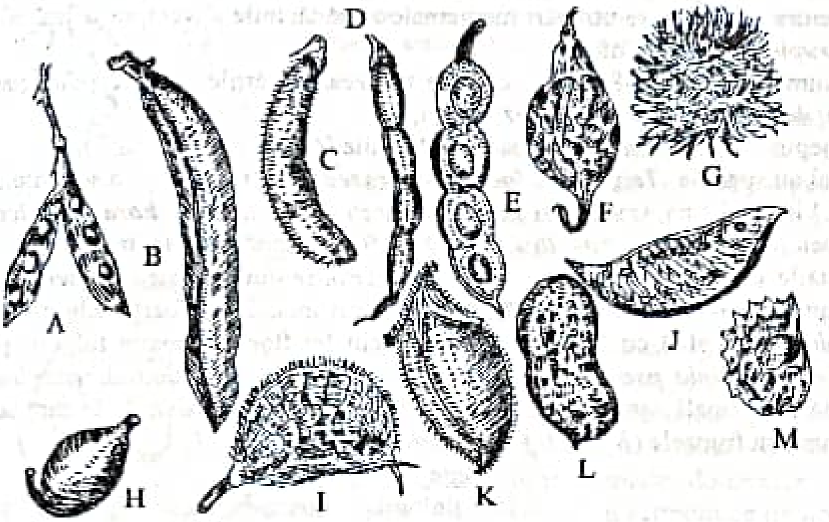


Fig. 343. Fructe de *Fabaceae*: A – Păstaie deschisă la *Laburnum anagyroides*; B, C – Păstaie nedeschisă la *Vicia faba*, *Glycine max*; D – lomentă uscată la *Coronilla varia*; E – lomentă cărnoasă la *Sophora japonica*; F – păstaie indehiscentă la *Melilotus off.*; G – păstaie spinoasă indehiscentă la *Medicago minima*; H, I, păstăi indehiscente la *Trifolium spadiceum* și *T. fragiferum*; J – păstaie umflată dehiscentă la *Colutea arborescens*; K – păstaie globuloasă la *Cicer arietinum*; L – păstaie indehiscentă la *Arachis hypogaea*; M – păstaie monospermă indehiscentă la *Onobrychis viciifolia*

Plante oleaginoase

Soia (***Glgycine max*** = *Soja hispida*) (fig. 345) specie est-asiatică și arahidele (*Arachis hypogaea*) (fig. 346) nord-americane, sunt cultivate în țări de climă mai caldă pentru semințele lor bogate în ulei și proteine. La ***Arachis***, păstăile tinere, după ofilirea florilor sunt împinse în pământ de ginofor și astfel fructele se maturează subteran.

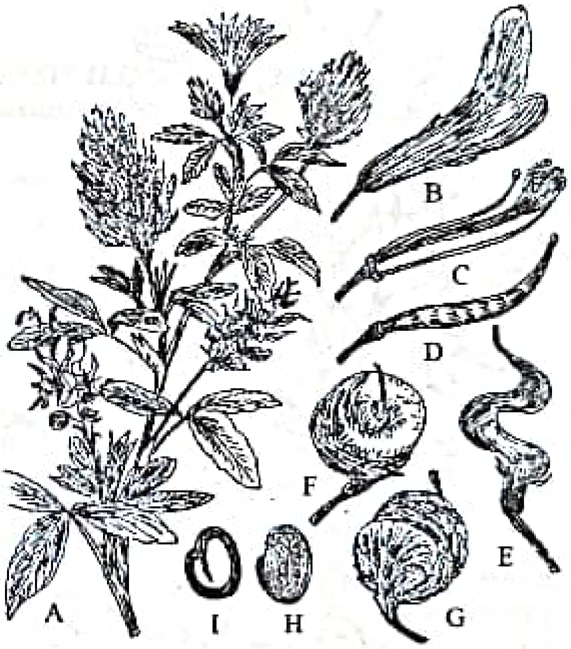


Fig. 344. *Medicago sativa*: A – habitusul plantei cu frunze, inflorescențe și fructe; B – floarea; C – androceul și gineceul; D – gineceul monocarpelar; E, F, C – păstăi în diferite stadii de dezvoltare; H – Sămânța; I – Secțiune longitudinală în sămânță

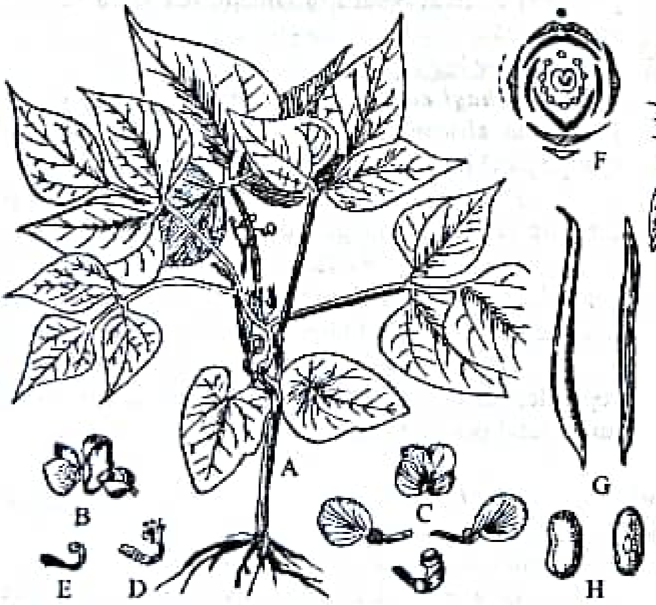


Fig. 345. *Glycine max:* A – habitusul plantei cu flori; B – floarea; c – corola; d – gineceul; f – diagrama florală; G – păstăi; H - semințe

Plante ornamentale

Unele specii de ***Lupinus*** sunt cultivate pe scară largă ca specii ornamentale prin inflorescențele lor. La fel se utilizează și *Lathyrus odoratus* prin florile sale mari, roșii, violete sau albe. Dintre speciile lemnoase ornamentale se amintesc: ***Laburnum anagyroides*** (Bobițelul, Salcâmul galben) sud-european; ***Wisteria sinensis*** (Glicina) – o liană est-asiatică cu raceme foarte lungi din flori albastre-violacei; *Robinia viscosa*, *R. hispida* – salcâmi ornamentali originari din America de Nord; ***Dolichos lablab***, plantă de origine africană, la început cultivată ca plantă alimentară, acum mai ales ca specie ornamentală.

Plante medicinale:

Glycyrrhiza glabra (Lemnul dulce) este un subarbust răspândit din ţinuturile Mării Mediteraneene până în Asia Centrală, de la care utilizări medicinale au rădăcinile adventive şi stolonii subterani (*Liquiritiae radix, Syrupus liquiritiae*, off.);

Galega officinalis (Ciumărea) (fig. 338) de la care se utilizează părţile aeriene (*Galegae herba*, med.) cu mare precauţie, deoarece conţin şi alcaloizi toxici;

Ononis spinosa (Osul iepurelui) de la care se folosesc rădăcinile (*Ononidis radix*, off.).

Utilizări medicinale mai au speciile: ***Trigonella foenum – graecum*** (Schinduf) prin seminţele sale (*Foeni graeci semen*, med.) în medicina umană dar mai ales în cea veterinară; ***Sophora japonica*** (Salcâmul japonez) prin bobocii florali (*Sophorae flos*, med.); inflorescenţele de la trifoiul roşu (*Trifolii rubri flos*, med.); păstăile uscate de la fasolea de grădină (*Phaseolus fructus sine semine*, med.). De la arborele de balsam (***Myroxylon balsamum***) din Peru, prin incizii în scoarţa tulpinii se obţine balsamul (*BalsamumTolutanum*, off.) cu largi utilizări medicinale; florile, scoarţa tulpinii şi chiar frunzele de la salcâmul alb (*Robinia pseudacacia*) au utilizări medicinale (*Robiniae acaciae cortex, flos*, med.). O altă plantă medicinală este sulfina galbenă (***Melilotus officinalis***), de la care se utilizează inflorescenţele împreună cu frunzele (*Meliloti flores, herba*, med.)

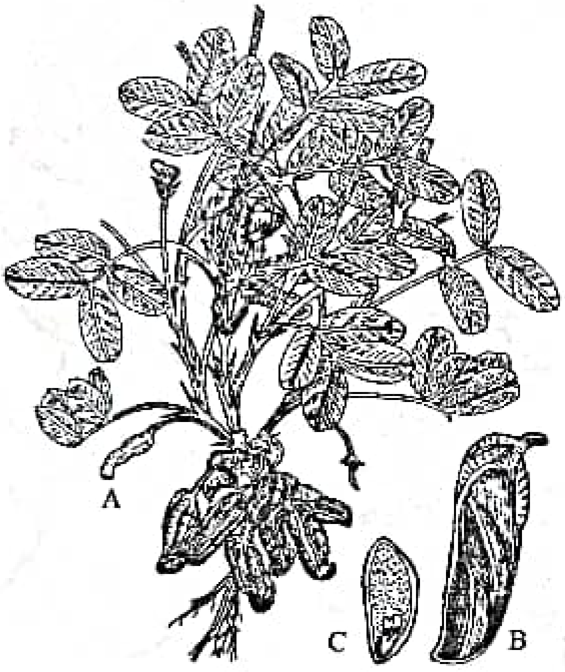


Fig. 346. *Arachis hypogea:* A – habitusul plantei cu frunze, flori, fructe; B – secţiune longitudinală în fruct; C - sământă

Plante lemnoase

În ţiniturile noastre cresc arbuşti şi subarbuşti de la genurile: ***Cytisus*** (cu valoare furajeră pentru vânat); ***Laburnum*** (cu specii ornamentale); ***Robinia pseudacacia*** (Salcâmul alb) un arbore originar din America de Nord, cu frunze imparipenat-compuse, stipule transformate în spini şi emergenţe (ghimpi) pe axele lăstarului. Este subspontan dar şi cultivat pentru împădurirea ţinuturilor uscate şi necultivate. Are utilizări industriale (lemnul), melifere (florile), antierozionale şi ca fixator al nisipurilor şi terenurilor în pantă. Are şi utilizări medicinale; ***Sophora japonica*** (Salcâmul japonez) cultivat pentru ornament, dar şi cu valoare medicinală.

Alte leguminoase:

Alhagi cameleorum (Spinul cămilei) creşte în savana africană şi are un sistem radicular care ajunge până la 20 m adâncime în sol.

Pterocarpus draco care creşte în Ins. Atile şi din care se obţine „Sângele de dragon de Antile".

Indigofera tinctoria este arbust din Asia tropicală, din care se obţine o materie colorantă, care serveşte la prepararea Indigoului albastru.

Dalbergia latifolia este arbore din păduri tropicale, care furnizează lemnul de „palisandru" mult căutat pentru tâmplărie.

6.2. Ordinul *POLYGALALES*

Familia *Polygalaceae*

Plantele prezintă două carpele în floare şi mai înainte au fost încadrate la *Geraniales*.

Florile papilionacee ale *Polygalaceae*- lor amintesc, datorită convergenţei, de cele papilionacee ale *Fabaceae*- lor. Astfel, o floare de *Polygala vulgaris* (fig. 347) prezintă 5 sepale inegale: 3 exterioare sepaloide mici, 2 interne petaloide mai mari (numite aripi, ca la papilionacee); 3 petale ± concrescute între ele şi cu filamentele staminelor: cea anterioară unguiculată şi în formă de luntre, terminată spre vârf cu un pinten (apendice pectinat-fimbriat), amintind astfel de corola fabaceelor. Stamine 8, cu filamentele concrescute în partea inferioară într-un mănunchi, iar în cea superioară în două mănunchiuri: *P. major; P. amara* cu utilizări medicinale (*Amarillae herba, Polygalae amarae herba*).

P. senega (fig. 347) este o specie est-americană de la care se utilizează în farmacie rădăcina (*Senegae radix*, off.).

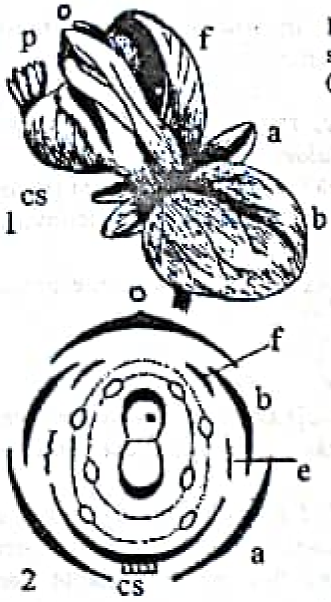


Fig. 347. 1– *Polygala senega:* floarea; 2. *P. vulgaris* – diagrama florală: a – sepale exterioare; b – sepale interne; cs – filamente staminale concrescute; f – luntrea (petala anterioară); e – staminodii; p – pinten; o – 2 petale posterioare (după Soó)

4.7. Supraordinul *CUCURBITANAE*

Acest supraordin reprezintă o linie evolutivă puternic sărăcită, cu semințe sărace în endosperm (respectiv fără endosperm) și parțial cu substanțe amare (triterpenoide). Florile prezintă tendința de simpetalie. Cuprinde 2 ordine: *Coriariales și Cucurbitales.*

7.1. Ordinul *CORIARIALES*

Ordinul încadrează plante cu areal disjunct pe glob: o specie *Coriaria myrtifolia* în regiunea mediteraneană și în Franța; alte specii în Himalaia, China, Japonia, Oceania, Chile, America Centrală. *C. myrtifolia* conține o heterozidă – coriarimirtină – toxică pentru om dar netoxică pentru animale domestice (ovine și caprine). Rădăcinile trăiesc în simbioză cu actinomice fixatoare de azot.

7.2. Ordinul *CUCURBITALES*

Ordinul încadrează plante erbacee cu flori unisexuate, adesea dispuse dioic până la monoic, cu gineceu coenocarpe cu poziție inferioară.

Sistematica. Ordinul cuprinde familiile: *Datiscaceae, Begoniaceae* și *Cucurbitaceae.*

Familia *Datiscaceae*

Familia încadrează 4 specii erbacee polenizate prin intermediul vântului.

Familia *Begoniaceae*

Familia încadrează plante tropicale, adesea cultivate în regiuni temperate. Nu prezintă cârcei. Se recunosc prin frunzele lor cu baza asimetrică și stipule mari, membranoase.

Florile sunt unisexuate, zigomorfe, dispuse monoic (fig. 348) și grupate în inflorescențe axilare.

♂ $\circ \,|\, \circ, \downarrow K_2C_{2-6,0}A_{\infty-4}$

♀ $K_{5-2}C_{5-2}G_{\overline{(3);(4-5)}}$

Fructul este o capsulă aripată cu semințe mici, numeroase.

Genul ***Begonia*** cuprinde circa 900 specii tropicale și subtropicale, în special în America, numeroși hibrizi și cultivaruri, de o deosebită valoare ornamentală, atât de interior cât și în parcuri și grădini. În România mai comune, cultivate, sunt: **B. semperflorens*, **B. gracilis* (Begonie, Ghiață) sunt plante anuale, care înfloresc continuu, de primăvara până toamna. În sere, apartamente se cultivă: **B. tuberhybrida* (Begonie cu tubercul); specii cu rizomi: **B. maculata* (Begonie pestriță), **B. rex*; **B. featsii*; **B. ricinifolia*; **B. imperialis* ș.a.

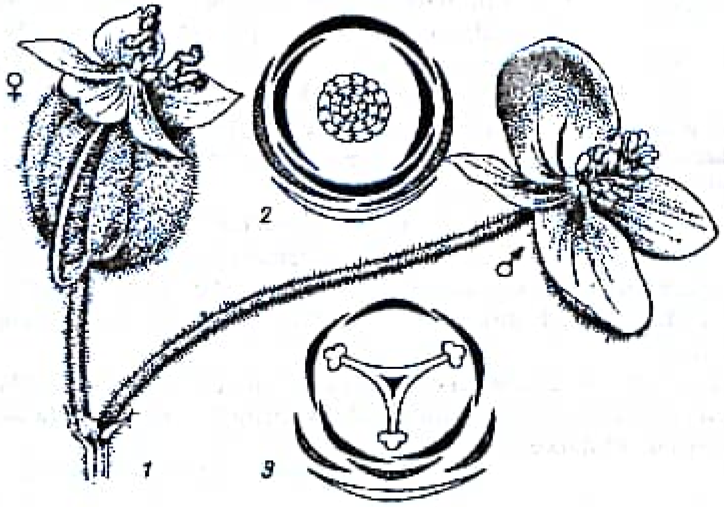


Fig. 348. *Begonia sp.:* 1 – lăstar nefoliat cu flori masculine și feminine; 2 – diagrama florii masculine; 3 – diagrama florii feminine (după Soó)

Familia *Cucurbitaceae*

Familie cu 760 specii erbacee, care au cârcei proveniți din lăstari. În structura axelor lăstarului se remarcă prezența colenchimului angular și a fasciculelor floemo-xilematice bicolaterale deschise. Frunzele sunt simple, variat divizate, nestipulate, dispuse altern.

Florile sunt, de regulă generală, unisexuate, dispuse monoic, rareori dioic, actinomorfe, sinsepale și simpetale, pe tipul 5. Mai înainte au fost încadrate la *Sympetalae*.

În florile masculine, cele 5 stamine au anterele cu o singură thecă (monotezice) și sunt grupate (2)+(2)+1 (androceu triadelf) sau toate sunt concrescute împreună. Thecele, frecvent sunt înconvoiate sau curbate în formă de S.

În florile feminine gineceul este paracarp tricarpelar sau pentacarpelar, cu placente groase, curbate spre interior (caracter plesiomorf).

$$♂ * K_{(5)}[C_{(5)}A_{(2)+(2)+1}]$$
$$♀ K_{(5)}C_{(5)}G_{\overline{(3-5)}}$$

Polenizarea este entomofilă, iar fructul este baciform, mare, cu coaja tare și cu multe semințe.

În regiunile temperate, dintre genurile și speciile cultivate, cu deosebită valoare economică se amintesc:

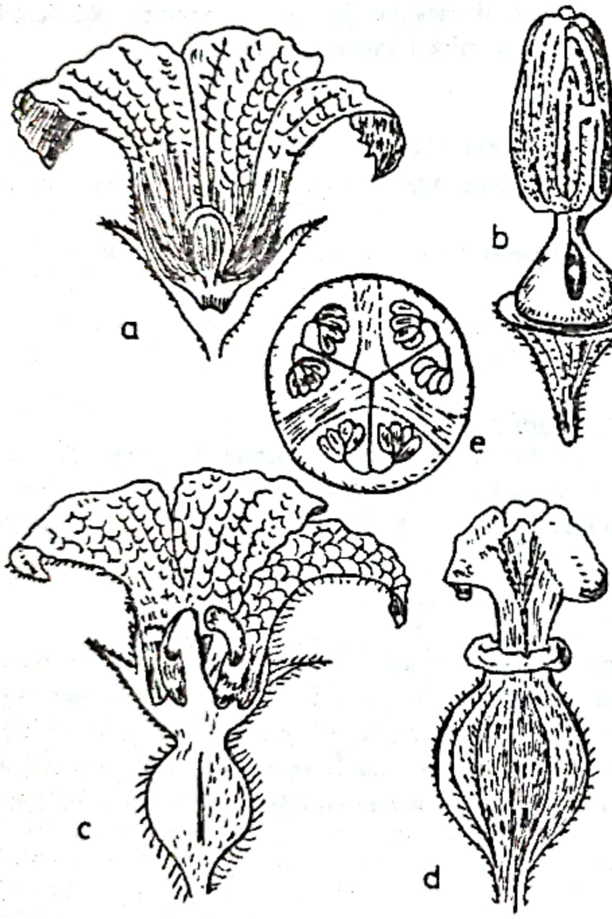


Fig. 349. Floarea la *Cucurbita pepo*: a – secțiune în floarea ♂; b – floare ♂ cu stamine după îndepărtarea periantului; c – secțiune în floarea ♀; d – floare ♀ după îndepărtarea periasntului; e – fruct în secțiune transversală (după I. Pop)

Genul ***Cucurbita*** cu 15 specii de origine americană tropicală. Prezintă cârcei mari, ramificați, flori galbene, foarte mari, și fructe glabre. **C. pepo* (Bostan, Dovleac) (fig. 349) se cultivă pentru fructele sale cu valoare furajeră, alimentară, oleaginoasă, ornamentală. În scopuri farmaceutice se utilizează semințele (*Cucurbitae semen*, med.). *C. p.* var. *oblonga* (Dovlecelul) se cultivă pentru fructele utilizate ca legumă. * *C. maxima* (Dovleacul turcesc) este specie originară din America Centrală. Se cultivă ca plantă alimentară și oleaginoasă. Fructele pot ajunge la 85 Kg greutate. *C. moschata* (Pepene moscat) este originar din Asia tropicală, se cultivă pentru fructele cu valoare alimentară.

Genul ***Cucumis*** cu 25 specii originare din Africa și Asia tropicală. **C. sativus* (fig. 350) (Castravetele), *C. melo* (Pepene galben) au valoare alimentară.

Genul ***Citrullus*** prezintă frunze penat-sectate și cârcei ramificați: **C. lanatus* (Lubeniță, Pepene verde) este originară din Africa de nord-vest și se cultivă mai ales pe soluri nisipoase. Fructele ating 10-20 Kg greutate. *C. colocynthis* (Colocint) este o plantă de deșert african-sud-vest-asiatică, ale cărei fructe sunt bogate în substanțe amare și laxative.

Luffa cylindrica (Buretele vegetal) este specie ornamentală originară din India de est. Interiorul fibros al fructelor, după macerare, spălare și uscare, poate fi utilizat ca burete vegetal.

Lagenaria sicerraria* f. *turbinata (Tâlvul) și **f. *gourda*** (Tigva, Troaca), de la care fructele sunt utilizate ca vase pentru transportat lichide.

Ecballium elaterium (Plesnitoare) este o specie mediteraneană, întâlnită pe nisipurile maritime. Prin fructul său cu dehiscență autochoră (explozivă), aruncând prin orificiul pedunculului un lichid cu semințe, reprezintă o excepție între cucurbitacee.

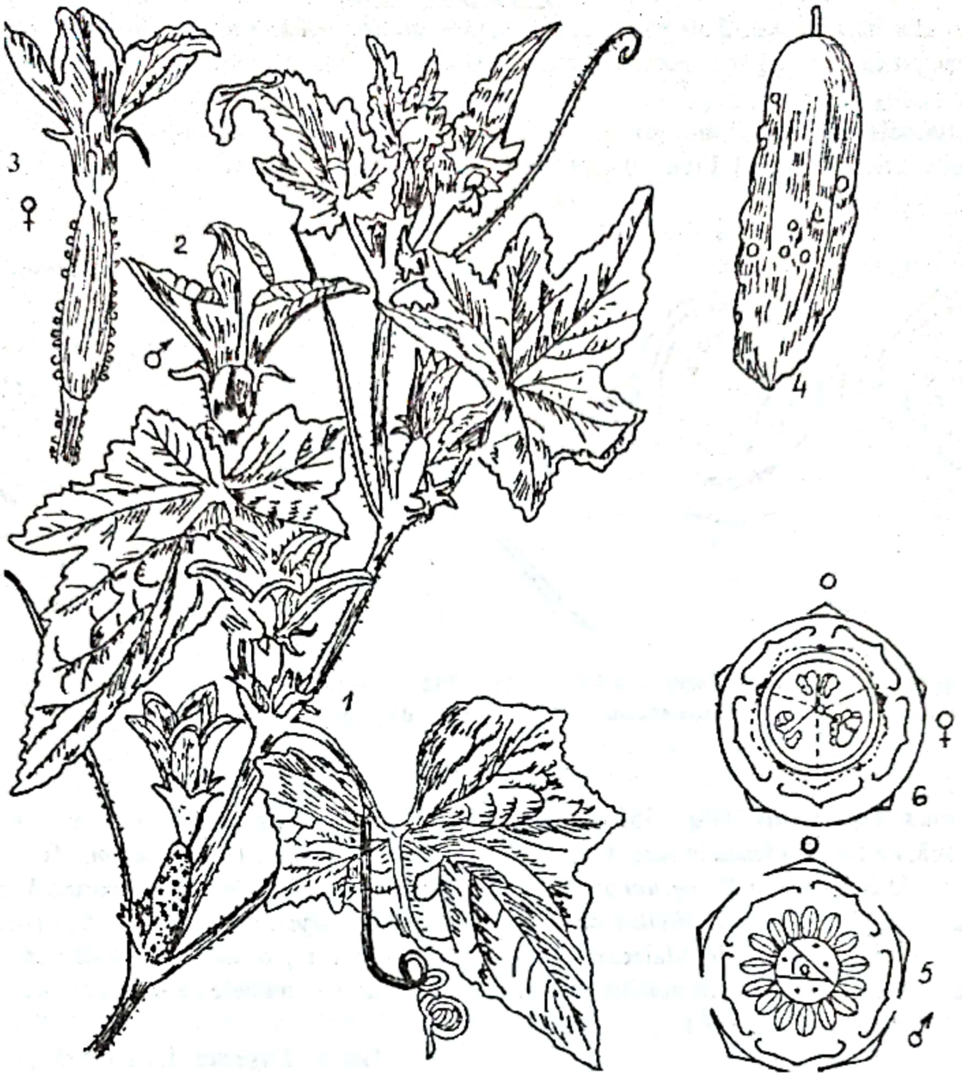


Fig. 350. *Cucumis sativus*: 1 – fragment de lăstar cu frunze, cârcei, flori; 2 – secţiune longitudinală în floarea ♂; 3 – secţiune longitudinală în floarea ♀; 4 – fructul; 5 – diagrama florii ♂; diagrama florii ♀

4.8. Supraordinul M*YRTANAE*

8.1. Ordinul *MYRTALES*

Acest ordin încadrează 14 familii cu 9.000 specii şi este considerat un ordin natural bine definit al dicotiledonatelor prin trăsăturile morfologice (ale frunzelor, florilor) şi anatomo-histologice.

Aici sunt încadrate plante tropicale lemnoase şi mai rar erbacee, de cele mai multe ori, cu frunze nedivizate, dispuse opus şi fără stipule.

Florile sunt, de regulă generală, radiar simetrice, pe tipul 4, cu poliandrie secundară. Receptaculul este adâncit în formă de cupă (hypanthium) până la formmă de tub, cu gineceu coenocarp, cu carpelele, inclusiv stilodiile, concrescute, în poziţie mijlocie până la inferioară (flori perigine până la epigine). Placentaţia este centrală, adesea, cu încă numeroase ovule. Endospermul lipseşte.

Sistematica. Se vor prezenta familiile: *Sonneratiaceae, Myrtaceae, Punicaceae, Melastomataceae, Onagraceae, Lythraceae* şi *Trapaceae.*

Familia *Sonneratiaceae*

Această familie încadrează 7 specii lemnoase răspândite în zone tropicale, unele dintre acestea trăind în mangrove. Ocupă poziţia bazală în cadrul ordinului prin gineceu cu poziţie ± superioară. Lipsesc celulele oleifere.

Genul ***Sonneratia*** cuprinde 6 specii din Asia şi Africa tropicală. Sunt arbori de mangrove cu pneumatofori mari, înălţaţi.

Familia *Myrtaceae*[*]

Familia încadrează 3.850 specii cu răspândire subtropicală. Sunt plante lemnoase cu frunze veşnic verzi, cu canale lizigene secretoare cu uleiuri eterice. Datorită acestora au importanţă ca plante aromatice.

Staminele numeroase, adesea sporite secundar, cu filamente, de obicei, colorate, fac florile foarte caracteristice (fig. 351). Fructele sunt bace, drupe, capsule sau nuci.

$$*K_{4-5}C_{4,5}A_{\infty}\overline{G_{(2-\infty)}}$$

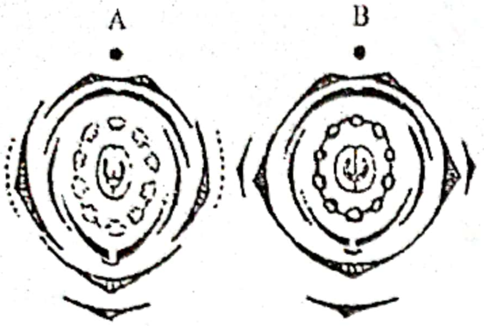


Fig. 351. Diagrama florală la *Myrtaceae*: A – la *Myrtus communis*; B – la *Syzygium aromaticum*

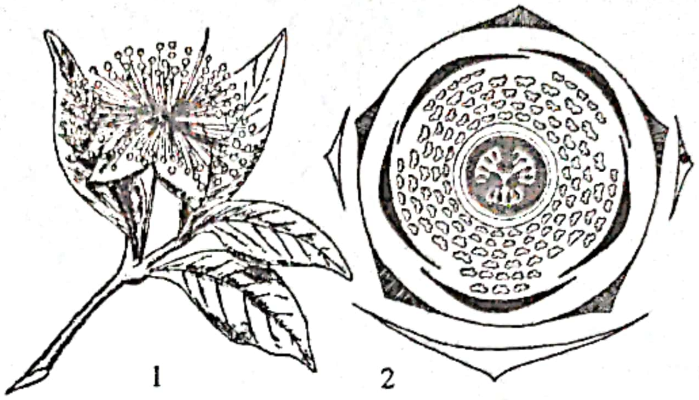
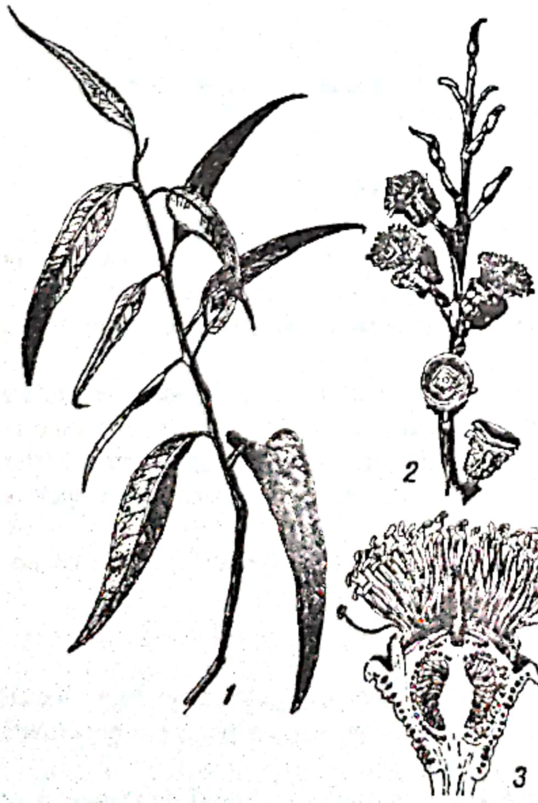


Fig. 352. *Myrtus communis:* 1 – fragment de lăstar cu o floare; 2 – diagrama florală (după Soó)

Myrtus communis (fig. 352) este singura specie europeană, spontană în regiunea mediteraneană, cultivată adesea în sere. Utilizări medicinale au frunzele (*Myrti folium*, off.).

Genurile ***Eugenia*** şi ***Syzygium*** au cele mai numeroase specii. Cea mai importantă specie este *Syzygium aromaticum* (= *Caryophyllus aromaticus, Eugenia caryophyllata*) (fig. 352) (Arborele de cuişoare). Este originar din Indo-Malaezia, dar se cultivă şi în alte ţări cu climă caldă pentru bobocii florali, care, după uscare, se comercializează drept condiment, sub numele de cuişoare. Au şi utilizări medicinale (*Caryophylli flos*, off.).



Genul ***Eugenia*** încadrează peste 1.000 specii inertropicale, cosmopolite, unele cu fructe comestibile.

Genul ***Eucalyptus*** cu circa 800 specii, de la forme arborescente până la arbuşti, răspândite în Australia, mai ales în păduri din zone secetoase. Se cultivă şi în alte ţări subtropicale. În ciuda dimensiunilor, uneori foate mari (→ 100 m înălţime şi diametrul tulpinii până la 10 m la *E. globulus* (fig. 353) şi *E. regnans*), frunzele sunt mici, diferite cele tinere de cele mature. Sunt aşa numiţii „arbori fără umbră” datorită poziţiei frunzelor cu muchia spre razele solare ca şi când s-ar feri de acestea. Ei sunt numiţi „stejarii deşertului”. Polenizarea este realizată în special de păsări, însă şi de lilieci şi de marsupialele mici. În regiunea mediteraneană (Ins. Baleare, Corsica ş.a.) se cultivă *E. globulus* pentru desecarea mlaştinilor, unde abundă ţânţarii malariei. Frunzele de eucalipt (*Eucalypti folium*, med.) sunt bogate în uleiuri aromatice, subsatnţe tanante şi principii amare, unele cu proprietăţi antiseptice.

Fig. 353. *Eucalyptus globosus:* 1 – fragment de lăstar; 2 – lăstar cu flori; 3 – floare în secţiune longitudinală (după Soó)

---

[*] Uneori considerată ordin distinct *Myrtales*

Alte specii: *Psidium guajava* (America tropicală), *Melaleuca leucodendron* (Indo-Maleazia şi Australia), *Pimenta officinalis* (Indo-Malaezia) ş.a.

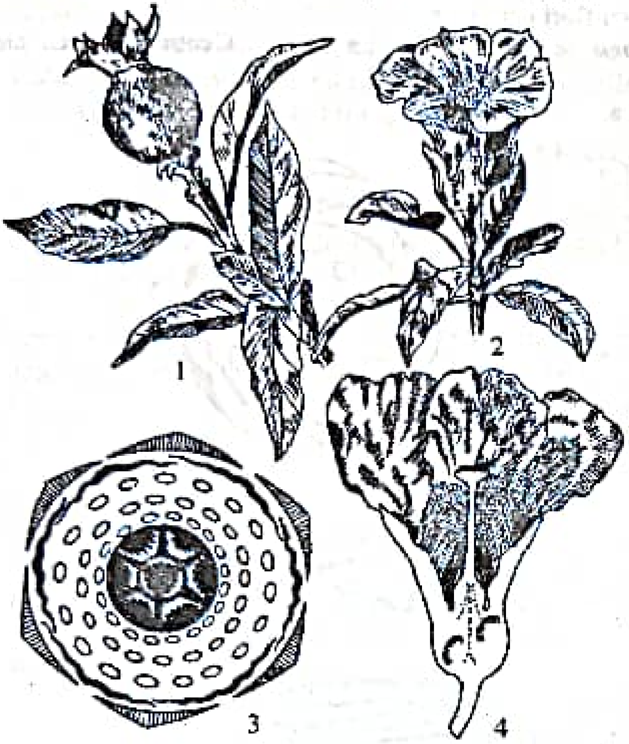


Fig. 354. *Punica granatum:* 1 – lăstar cu fruct terminal; 2 – lăstar cu floare; 3 – diagrama florală; 4 – secţiune longitudinală prin floare (după Soó)

Familia *Punicaceae*

Plantele din această familie sunt tot lemnoase, însă fără glande cu uleiuri aromatice în organele vegetative.

$$* K_{5-7}C_5A_{\infty}\overline{G_9}$$

Punica granatum (Rodiul) (fig. 354) prezintă flori roşii cu un gineceu particular, adică are carpelele dispuse în 2-3 etaje suprapuse. Se cultivă în numeroase forme horticole pentru fructele şi seminţele cărnoase, colorate în roşu aprins.

Familia *Melastomataceae*

Familie bogată în specii, răspândite în regiuni tropicale şi subtropicale din America de Sud. Frunzele sunt lipsite de stipule, iar florile au o specializare biologică interesantă prin conectivul staminelor, care prezintă un apendice în forma unei pârghii.

Familia *Onagraceae* (*Oenotheraceae*)

Familia încadrează 650 specii predominant erbacee, răspândite în regiuni subtropicale şi temperate.

Florile sunt radiare sau zigomorfe, pe tipul 4, solitare sau grupate în spice, panicule sau raceme. Fructele sunt capsule sau bace.

$$* K_{2-4}C_{2-4,0}A_{2,4,8,}\overline{G_{(4)}}$$

Genul ***Oenothera*** (Luminiţa nopţii) încadra iniţial specii nord-americane, astăzi încadrează specii cosmopolite, mai ales în locuri ruderale. Unele specii au reprezentat material pentru cercetări experimentale în vederea elucidării eredităţii. *O. biennis* (fig. 355) specie adventivă în flora României, larg răspândită peste tot. Rădăcina are utilizări medicinale (*Oenotherae radix*, med.).

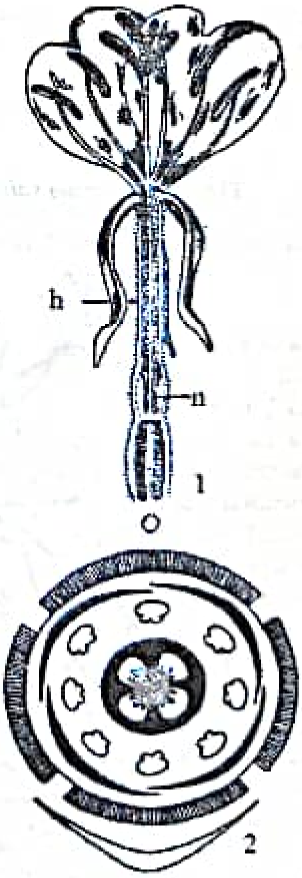


Fig. 355. *Oenothera biennis:* 1 – secţiune longitudinală în floare: h – hipantium; n – nectarii; 2 – diagrama florală (după Soó)

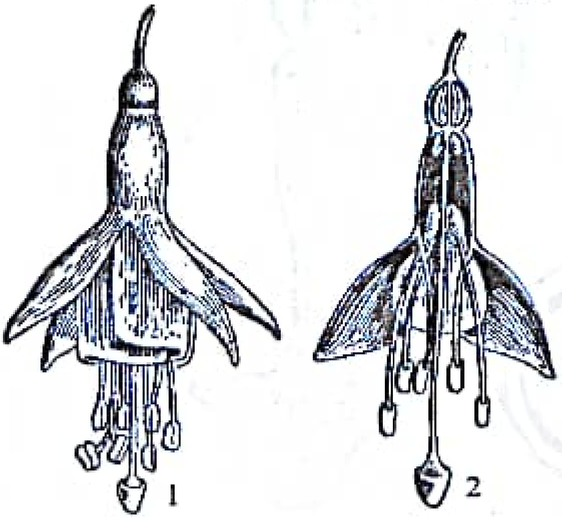


Fig. 356. *Fuchsia globosa:* 1 – floarea pendulă; 2 – secţiune longitudimală în floare (după Karsten)

Genul ***Fuchsia***, originar din America de Sud și Centrală. La noi speciile sunt mai mult cultivate în sere, apartamente. Receptaculul, în formă de cupă, și sepalele sunt viu colorate. Polenizarea este ornitofilă. *F. globosa* (fig. 356) cu flori pendente.

Genurile ***Epilobium*** (Pufuliță) și ***Circaea*** sunt originare din Europa Centrală. Specii ale acestora se află și în flora României.

Alte genuri: ***Godetia, Clarkia, Lopezia*** ș.a.

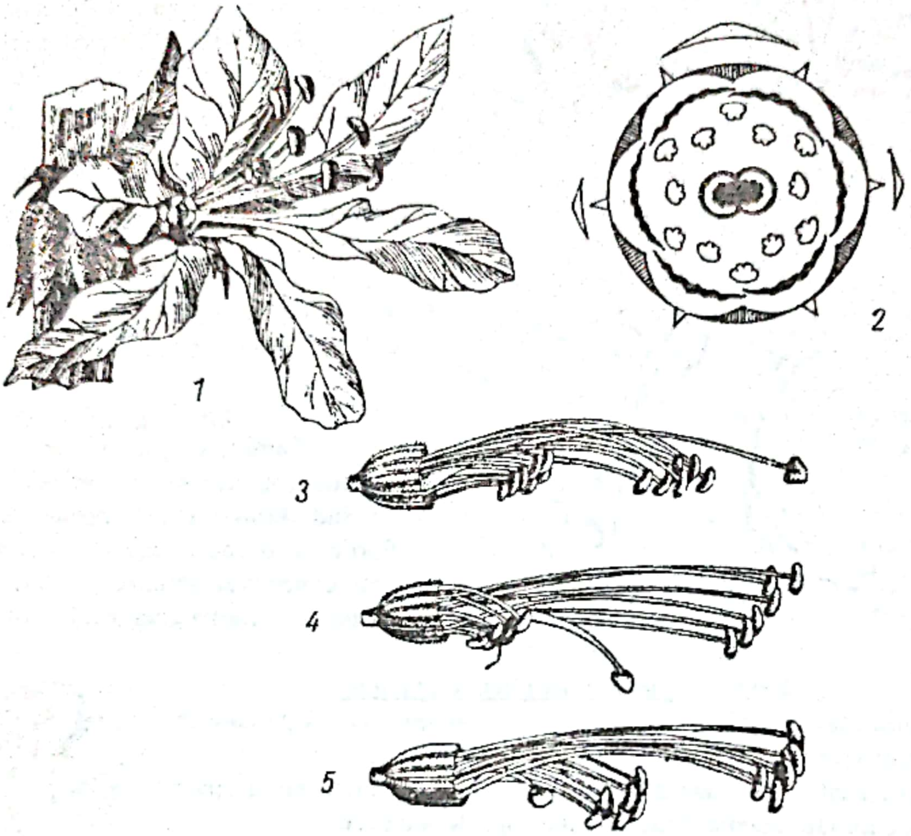


Fig. 357. *Lythrum salicaria*: 1 – floarea; 2 – diagrama florală; 3-5 – heterostilia (tristilia) (după Soó)

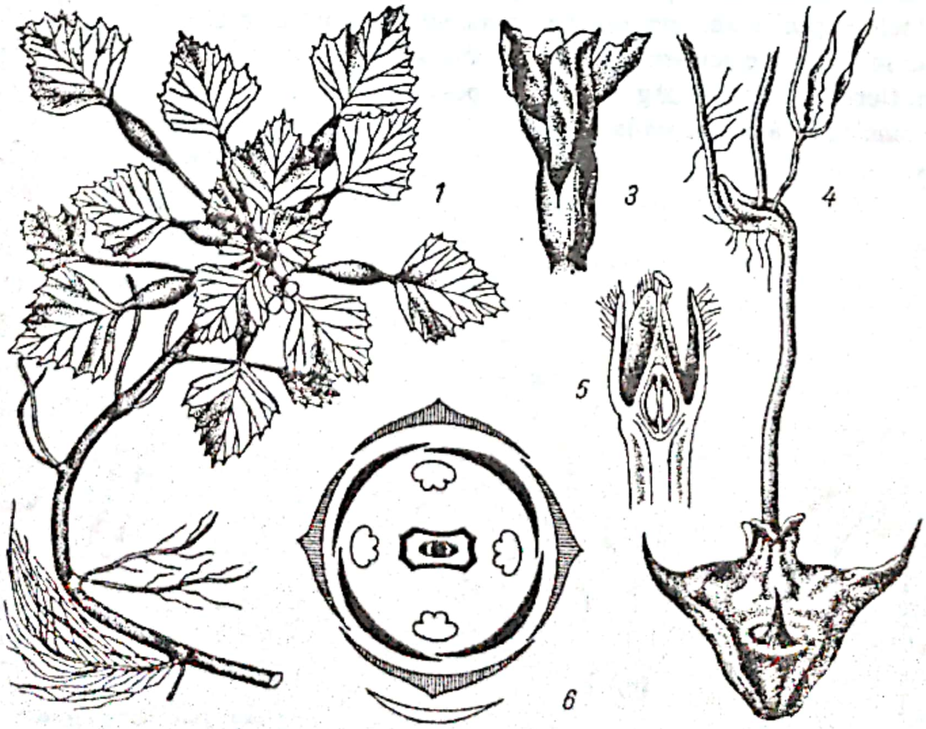


Fig. 358. *Trapa natans*: 1 – habitusul plantei; 3 – floarea; 4 – fructul; 5 – floarea în secțiune longitudinală; 6 – digrama florală (după Soó)

Familia *Lythraceae*

Reprezintă o linie de evoluție preponderent erbacee, cu ovare bicompartimentate, cu poziție mijlocie.

Lythrum salicaria (Răchitanul roșu) este o plantă erbacee perenă, robustă (→ 2 m) cu flori violacei în inflorescențe racemiforme dense. Florile se caracterizează prin heterostilie timorfă (fig. 357), așa cum a demonstrat însuși Darwin.

$$* K_{4\text{-}6}C_{4\text{-}6}A_{6+6:4\text{-}6}\overline{G_{2\text{-}6}}$$

Familia *Trapaceae*

Trapa natans (Corneci) (fig. 358) este plantă anuală acvatică, cu frunze romboidale plutitoare, care în Europa Centrală devine tot mai rară.

Prezintă flori mici, albe și fructe drupe, prevăzute cu 4 coarne ale sepalelor ascuțite și terminate cu cârlige („fructe ancoră"). Semințele sunt comestibile și din această cauză planta se mai numește „castană de apă".

4.9. Supraordinul *RUTANAE*

În acest supraordin predomină plantele lemnoase subtropicale, adesea cu frunze compuse sau adânc divizate, nestipulate.

Florile sunt, de regulă generală, radiar simetrice, pe tipul 5, cu receptaculul alungit. Prezintă caliciu, corolă, de cele mai multe ori două cercuri de stamine, discuri nectarifere la baza staminelor și ginecee sincarpe, cu poziție superioară. Numai izolat se pot găsi ginecee choricarpe, formate din 5 carpele, de cele mai multe ori, fiecare cu câte două ovule. În organele vegetative, adesea, prezintă substanțe amare (triterpenoide).

Sistematica. Supraordinul cuprinde ordinele: *Rutales, Anacardiales, Sapindales*.

9.1. Ordinul *RUTALES*

Ordinul încadrează plante lemnoase, arbori, arbuști și subarbuști, uneori erbacee, care prezintă canale schizolizigene, în care se află uleiuri eterice, rășini și balsamuri. În flori se află discuri nectarifere intrastaminale.

Sistematica. Se vor prezenta familiile: *Rutaceae, Simaroubaceae, Meliaceae, Leitneriaceae*.

Familia *Rutaceae*

Familia încadrează peste 1.700-1.800 specii, răspândite, mai ales, în regiuni tropicale din sudul Asiei, Africii și Australiei, mai puține în zone temperate. Fructul poate fi bacă, drupă, capsulă sau schizocarp.

$$* K_{4,5}C_{4,5}A_{4+4,5+5}G_{2,4,5}$$

Genul ***Citrus*** încadrează specii inițial originare din sudul Asiei, ca arbuști mici, verzi. Astăzi se află cultivate, în numeroase cultivaruri, în toate ținuturile calde ale lumii. În jurul Mării Mediteraneene au ajuns cunoscute prin campaniile lui Alexandru cel Mare. Exemple: *C. sinessis* (Portocalul); *C. aurantium* (fig. 359) (Portocala amară); *C. paradisii* (Grapefruit); *C. limon* (Lămâiul); *C. medica* (Chitra); *C. reticulata* (Mandarinul).

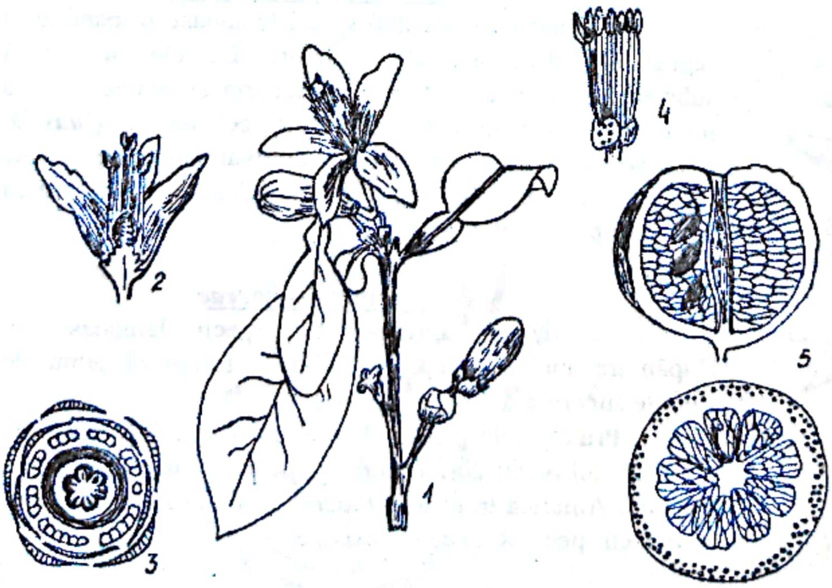


Fig. 359. *Citrus aurantium*: 1 – habitusul plantei cu frunze și boboci florali; 2 – floarea în secțiune longitudinală; 3 – diagrama florală; 4 – androceul; 5 – secțiune longitudinală în fruct; secțiune transversală în fruct

Speciile de ***Citrus*** au fructul bacă numită hesperidă. Pulpa fructului este formată din emergenţe suculente, care se formează pe partea interioară a peretelui fructului din ţesut epidermal şi cresc spre interior în compartimente.

Utilizări farmaceutice au fructele şi scoarţa tulpinii de la *C. aurantium* (şi subsp. *bergamia*) (*Tinctura Aurantii*; *Aurantii pericarpium*, off.; *Syrupus Aurantii*, off.; *Aurantii cortex*; *Oleum Aurantii corticis*, *Oleum bergamotte*, off.). De la *C. medica* se utilizează citronatul (*Oleum Citri*, off.).

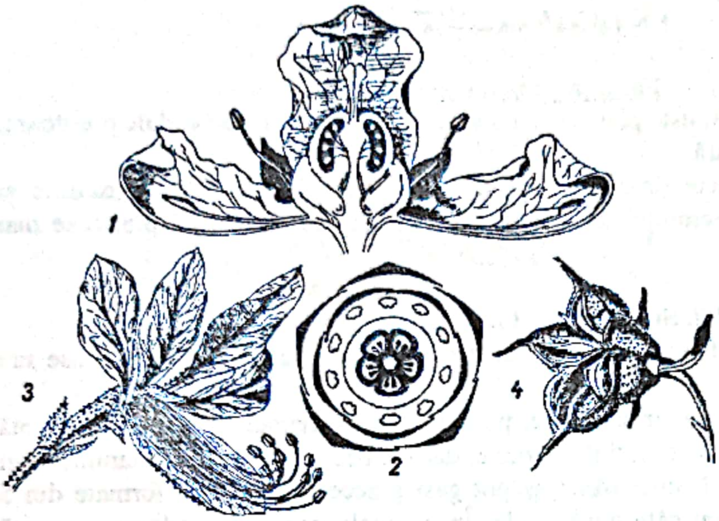


Fig. 360. *Rutaceae:* 1 – *Ruta graveolens:* secţiune longitudinală în floare; 2 – diagrama florală; 3 – *Dictamnus albus* – floarea; 4 – fructul (după Soó)

Phellodendron este arbore originar din estul Asiei. Ex. *Ph. amurense* ş.a.

Ca plante erbacee perene sau subarbuşti sunt autohtonele: ***Dictamnus albus*** (Frăsinelul), cu flori uşor zigomorfe, care creşte în locuri însorite. Este toxică prin alcaloizii din tulpini şi frunze, care se eliberează prin ruperea acestora. ***Ruta graveolens*** (Virnanţ) (fig. 360) este specie de origine mediteraneană cu flori galben-verzui. Se cultivă ca plantă meliferă şi medicinală. Conţine alcaloizi toxici, încât utilizerea medicinală este foarte limitată (*Rutae herba*, med.).

Rutaceele conţin uleiuri esenţiale: limonene, terpenoizi etc.; alcaloizi: pilocarpine, berberidine, hesperidine etc.; heteroside: rutoside, aurantiomarine ş.a.

Pilocarpus jaborandi şi ***P. microphyllus*** sunt specii originare din Brazilia, de la care se valorifică frunzele (*Jaborandi folium*, off.) care conţin alcaloidul pilocarpină, utilizat în oftalmologie, cu acţiune antagonică (micşorează pupila) faţă de atropină (care măreşte pupila).

Alte genuri: ***Evodia***, cu circa 120 specii intertropicale în Asia de S-E şi Australia. La noi se cultivă arborele *E. hupehensis*, plantă meliferă deosebită; ***Ptelea*** cu 10 specii în America de Nord temperată la care fructul este o monosamară; ***Toddalia*** cu o singură specie, ca liană spinoasă în Asia meridională; ***Chloroxylon*** cu specia *Ch. swietenia* din India, cu lemn valoros de culoare verde; ***Poncirus*** cu specia *P. trifoliata* ş.a.

Familia *Simaroubaceae*

Familie cu circa 200 specii lemnoase răspândite în regiuni intertropicale ale globului. La ele predomină substanţe amare, datorită cărora scoarţa şi lemnul lor au importanţă farmaceutică, cum este cel de la ***Quassia***, ***Simarouba*** şi ***Picrasma***. Frecvent cultivat în zone temperate este est-asiaticul ***Ailanthus altissima*** (Cenuşerul), arbore cu frunze imparipenat-compuse.

Familia *Meliaceae*

Familie cu circa 1.000 specii lemnoase cu răspândire intertropicală. Majoritatea formează lemn de calitate superioară.

Principalele genuri: ***Melia***, cu specia *M. azedarach* frecvent cultivată; ***Swietenia*** cu specia *S. mahagoni* (fig. 361) din America tropicală; ***Ptaeroxylon*** din Africa de Sud; ***Khaya*** cu specia *K. senegalensis* ş.a.

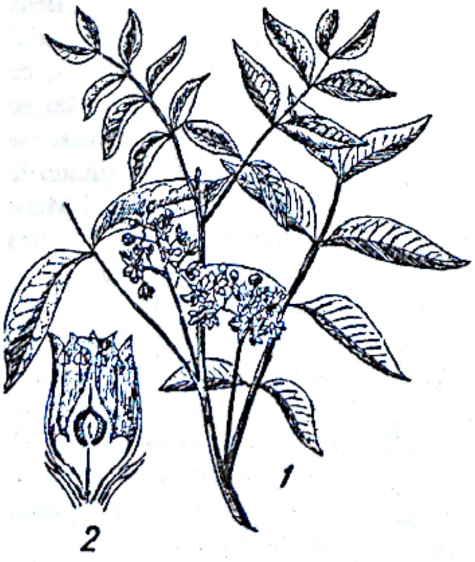


Fig. 361. *Meliaceae. Swietenia mahagoni:* 1 – lăstar cu inflorescenţă; 2 – secţiune longitudinală în floare (după Soó)

Familia *Leitneriaceae*

Genul ***Leitneria*** încadrează arbori foioşi, verzi numai vara, cu flori dispuse dioic, polenizaţi prin intermediul vântului. Sunt originari din S-E Americii de Nord.

9.2. Ordinul *ANACARDIALES*

Acesta este asemănător cu *Rutales*, dar deosebit prin prezenţa canalelor secretoare de răşină şi absenţa glandelor cu uleiuri esenţiale.

Ordinul încadrează 2 familii: *Anacardiaceae* şi *Burseraceae.*

Familia *Anacardiaceae (Terebinthaceae)*

Această familie încadrează circa 850 specii răspândite peste tot în regiunile intertropicale, mai puţin numeroase în zone temperate. Sunt arbori sau arbuşti cu frunze simple sau compuse, fără stipule. Florile sunt grupate în inflorescenţe cimoase. Sunt bisexuate sau unisexuate prin avortare, dispuse monoic sau dioic. Fructele sunt uscate sau cărnoase, bace sau drupe, în general monosperme.

Genuri mai importante: ***Anacardium***, cu 10 specii în America troipicală. *A. occidentale* – Acagiu, Nuca Cashew. Se cultivă pentru lemnul său cu utilizări industriale şi fructele sale comestibile denumite şi „para acaju"; ***Mangifera*** cu 53 specii răspândite în estul Asiei tropicale: *M. indica* (Mango) se cultivă din timpuri imemoriale în zone calde pentru lemnul valoros şi fructele comestibile; ***Pistacia***, cu 7 specii cu areal disjunct în Asia de est, Mexic şi regiunea mediteraneană: *P. vera* (Răşina de fistic) este arbore cu frunze căzătoare cultivat în regiunea mediteraneană pentru seminţele sale, din care se extrage un ulei gras, utilizat în cofetării; de la alte specii (*P. terebinthinus, P. lentiscus* ş.a. se extrag răşini cu variate utilizări; ***Schinus*** cu 12 specii sud-americane: *S. molle* este cultivat pentru ornament.

În regiunile calde şi temperate ale globului se află specii ale genurilor: ***Cotinus***, cu specia *C. coggygria* (fig. 362) (Scumpia, Arborele cu perucă) răspândit din regiunea mediteraneană până în China şi Statul Alabama (SUA). La noi în ţară se întâlneşte frecvent în locuri stâncoase, pe substrat calcaros, mai ales în părţile sudice şi sud-estice ale ţării. Are utilizări medicinale; ***Rhus***, cu 150 de specii, dintre care unele sunt producătoare de coloranţi şi lacuri, uneori şi otrăvuri de contact (*Rh. toxicodendron* din America de Nord).

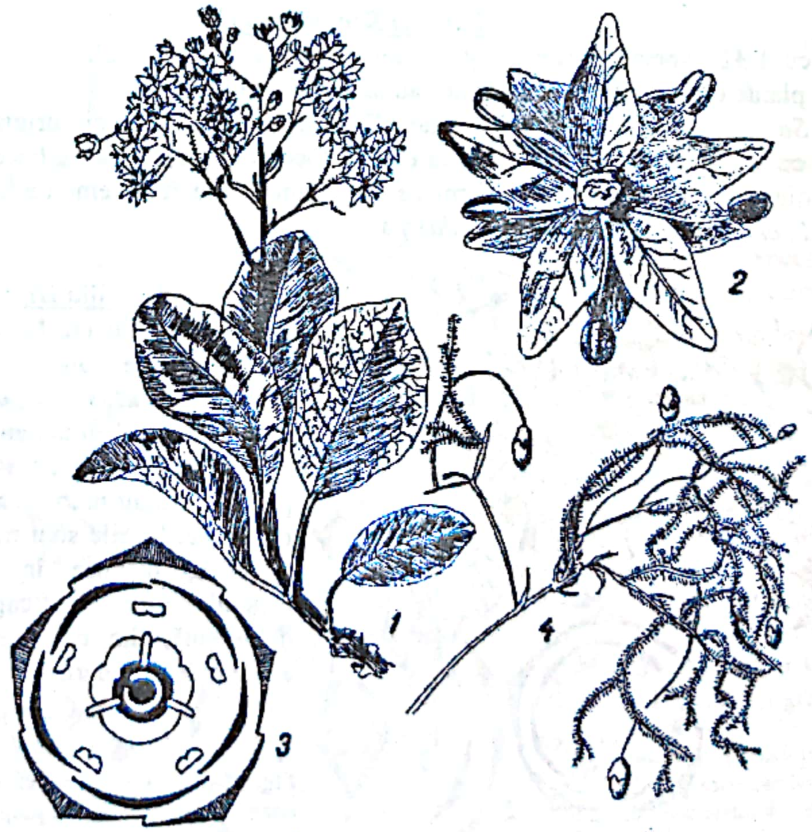
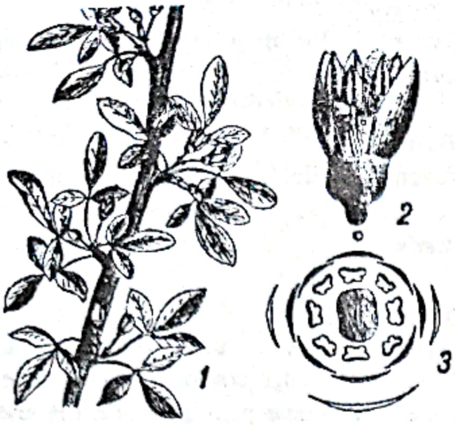


Fig. 362. *Cotinus coggygria:* 1 – lăstar florifer; 2 – floarea privită de sus; 3 – diagrama florală; 4 – fructe (după Soó)



Familia *Burseraceae*

Familia încadrează circa 600 specii răspândite în regiunile calde ale globului.

Genul ***Commiphora*** cuprinde 200 specii răspândite în Africa şi India. Din unele specii precum *C. abyssinica; C. opobalsamum* (fig. 363) se extrage smirna, o răşină utilizată în parfumerie dar şi în practici religioase.

Genul ***Boswelia*** cu circa 20 specii est-africane şi în India. Din unele specii se obţine tămâia*, utilizată în practici religioase.

Genul ***Bursera*** cuprinde specii din America tropicală, valoroase prin lemnul şi răşinile pe care le conţin.

Fig. 363. *Burseraceae:* 1 – lăstar cu flori; 2 – floarea; 3 – diagrama florală (după Soó)

9.3. Ordinul *SAPINDALES*

Acest ordin reprezintă un grup natural, bine reprezentat, cu circa 5.400 specii grupate în 15 familii. Se caracterizează prin lipsa atât a pungilor secretoare de uleiuri esenţiele cât şi a canalelor de răşină (deosebindu-se astfel de cele două ordine anterioare).

Frunzele sunt compuse sau variat divizate.

Florile sunt actinomorfe, dar uneori cu tendinţă spre zigomorfie. Androceul poate fi haplostemon (cu un verticil de stamine egal cu numărul de petale) sau diplostemon (cu un verticil episepal şi unul epipetal). Discurile nectarifere extrastaminale sunt bine dezvoltate. În fiecare locul al ovarului se află, de regulă generală, 1-2 ovule.

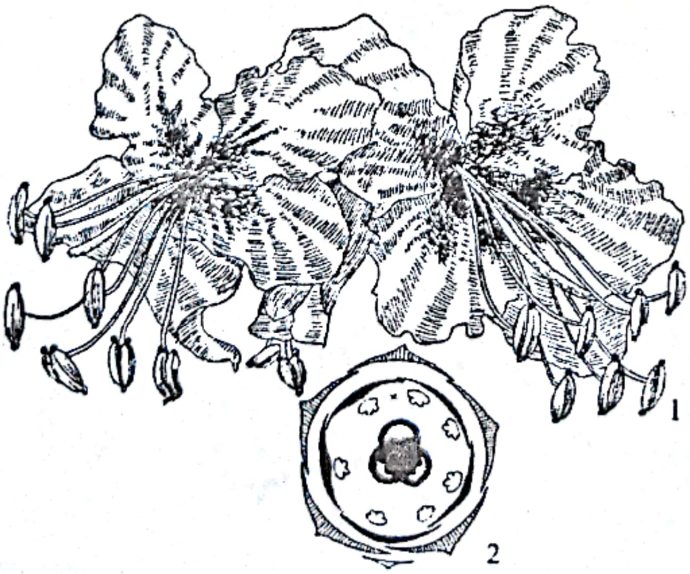
Unele dintre aceste caractere individuale, dar nu astfel combinate, se regăsesc şi la unele *Rosales*.

Sistematica. Se vor prezenta următoarele familii: *Sapindaceae, Hippocastanaceae, Aceraceae* şi *Zygophyllaceae*.

Familia *Sapindaceae*

Familie cu 1.325 specii răspândite peste tot în zonele intertropicale, sub formă de arbori, arbuşti, liane sau plante erbacee (mai rar) perene sau unianuale cu ghimpi.

Genuri: ***Sapindus*** cu 12 specii africane; ***Koelreuteria*** cu 3 specii originare din China; ***Cardiospermum*** cu specii sub formă de liane cu cârcei, specii frutescente sau erbacee intertropicale; ***Thouinia*** striata din America Centrală care furnizează un lemn foarte dur - lemn de fier; ***Paullinia*** (*P. cupana*); ***Litchi*** (*L. chinensis*), ***Blighia*** (*B. sapida*) ş.a.



Familia *Hippocastanaceae*

Familie cu 15 specii răspândite în Emisfera de Nord.

Aesculus hippocastanum (fig. 364) (Castanul ornamental), balcanic, la noi creşte numai cultivat. Mugurii de primăvară sunt mari, acoperiţi cu catafile răşinoase. Florile sunt mari, albe cu pete roşietice, dispuse în raceme erecte. Fructul este o capsulă spinoasă dehiscentă, din care se eliberează 1-2 seminţe foarte mari.

$$\circ|\circ\ K_5C_{4\text{-}5}A_{5\text{-}8}G_{\underline{(3)}}$$

Fig. 364. *Aesculus hippocastanum:* 1 – două flori; 3 – diagrama florală (după Soó)

---

* Există şi un pin, *Pinus taeda* – Pinul de tămâie – care creşte în Statele Virginia şi Carolina (SUA) din răşina căruia se obţine tămâia.

Utilizări medicinale au seminţele, frunzele şi scoarţa arborelui (*Castaneae equinae semen, Hipppocastani cortex, folium*, med.), dar numai sub supraveghere medicală.

Alte specii cultivate pentru ornament: *Ae. octandra* (Castanul galben); *Ae. pavia* (Castanul roşu); *Ae.* x *carnea* (hibrid între *Ae. hippocastanum* şi *Ae. pavia*).

Familia *Aceraceae*

Familia încadrează 113 specii grupate în 2 genuri: *Acer* şi *Dipteronia* (cu 1 specie în China) larg răspândite în Emisfera de Nord şi foarte puţine la Ecuator (*Acer nigrum* şi *A. niveum* în Arhipelcagul Malaez).

Sunt arbori sau arbuşti cu frunze opuse, simple sau palmat-lobate, rareori compuse (*A. negundo*), fără stipule, care apar înainte sau odată cu florile. În organele vegetative prezintă latex. Stomatele sunt haplocheilice.

Florile sunt bisexuate, rareori unisexuate, dispuse dioic (la *A. negundo*) pe tipul 4-5, chorisepale şi choripetale. Stamine 8 (rareori 10), pe două verticile, cu disc nectarifer extrastaminal, uneori intrastaminal (*A. hookeri*) sau lipsă (*A. negundo*). Gineceul este format din două carpele concrescute, din care rezultă fructul scindabil – disamară (fig. 365).

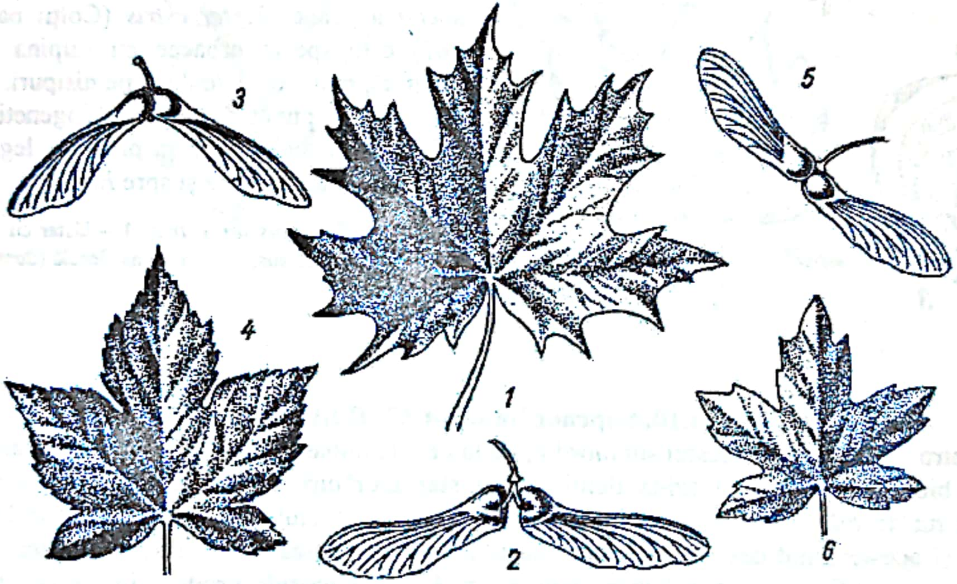


Fig. 365. Frunze şi fructe de *Acer*: 1-2 – *Acer platanoides*; 3-4 – *A. pseudoplatanus*; 5-6 – *A. campestre* (după Soó)

Pentru speciile cu flori bisexuate, formula florală:

$* K_{4-5}C_{4-5}A_{4+4;5+5}G_{\underline{(2)}}$

Genul ***Acer*** (Arţarii): *A. pseudoplatanus* (fig. 365. 3, 4; 366) (Paltinul) răspândit, mai ales, în zone montane; *A. platanoides* (Arţarul) care înfloreşte primăvara de timpuriu; *A. campestre* (Jugastrul) creşte în păduri, dar la altitudini mai joase. *A. saccaharinum* (Paltinul argintiu, Paltin cu zahăr) a cărui frunză reprezintă emblema naţională a Canadei. Se află cultivat în parcuri şi grădini.

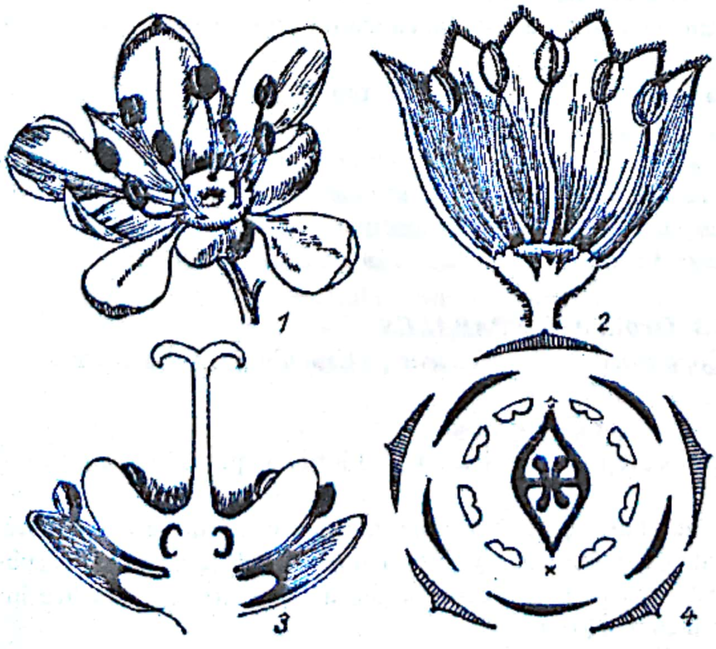


Fig. 366. *Acer pseudoplatanus*: 1 – floarea; 2 – secţiune longitudinală în floare; 3.– gineceul; 4 – diagrama florii (după Soó)

La unele specii se remarcă tendința de formare a florilor unisexuate și parțial puternic reduse, în legătură cu trecerea de la polenizarea prin insecte la cea prin intermediul vântului. Specia nord-americană *Acer negundo* are chiar flori unisexuate dispuse dioic și este frecvent cultivat ca arbore ornamental și forestier.

Familia *Zygophyllaceae*

Familia încadrează 250 specii lemnoase până la erbacee, larg răspândite în regiunile aride ale globului.

Genul ***Guajacum*** cuprinde 6 specii din America tropicală. *G. officinale* (Guaiacul) are lemnul foarte dur, de culoare verde. Datorită saponinelor pe care le conține are și valoare farmaceutică.

Alte genuri: ***Peganum*** cu 6 specii cu areal disjunct în regiunea mediteraneană, Asia Orientală, Mexic; ***Nitraria*** cu specia *N. schoberi* (Gărdurarița) este un arbust spinos, care are limita vestică a arealului său la Vulcanii Noroioși – Buzău, pe soluri sărăturate; ***Tribulus*** cu 20 specii africane: *T. terrestris* (Colții babei) (fig. 367) este specie erbacee cu tulpina târâtoare, întâlnită, mai ales, în culturi pe nisipuri.

Din punct de vedere filogenetic această familie este eterogenă și prezintă legături atât spre *Fabanae*, în parte și spre *Rutanae*.

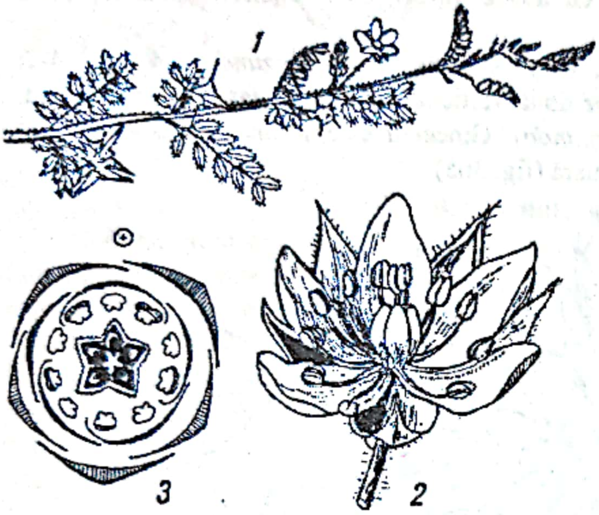


Fig. 367. *Tribulus terrestris:* 1 – lăstar cu flori; 2 – floarea văzută de sus; 3 – diagrama florală (după Soó)

4.10. Supraordinul *CAPPARANAE*

Pentru toate speciile acestui supraordin, de la cele lemnoase la cele erbacee, este caracteristică o substanță bioactivă numită glicozida uleiului de muștar. La răniri, enzima mirozinaza, care se află în idioblastele sub formă de tub, intră în contact cu glicozide ale uleiului de muștar, puse în libertate de alte celule, și acestea sunt descompuse dând naștere la substanțe care dau gustul caracteristic iute al unor specii, cum ar fi muștarul, ridichea, capere ș.a. Aceste glicozide produc sindromul mirozinaza, îndreptat împotriva consumatorilor acestor plante.

Florile, de regulă generală, sunt bisexuate, alcătuite din 4 (5) elemente componente: caliciu, corola (cu petalele unguiculate), două verticile de stamine (4+4; 2+4), uneori și sporite centrifugal, formări de discuri sau glande cu nectar intrastaminale; gineceul coenocarp (din 4, 3 sau 2 carpele) cu poziție superioară. Semințe, adesea, fără endosperm.

Înainte toate genurile cu glicozida uleiului de muștar au fost raportate la diferite ordine sau supraordine, Cercetările recente, coroborate și cu analizele secvențelor de ADN, dovedesc că toate acestea (cu excepția genului *Drypetes* – încadrat la *Euphorbiaceae*) trebuie grupate împreună.

Prin toate caracterele lor *Capparanae*- le se situează între *Rutanae* și *Malvanae*. Legăturile cu *Papaverales* sunt neconvingătoare, mai ales datorită subsatnțelor bioactive complet diferite.

Sistematica. Supraordinul încadrează 3 ordine: *Capparales, Caricales* și *Tropaeolales*.

10.1. Ordinul *CAPPARALES*

Acest ordin încadrează 3 familii: *Capparaceae, Brassicaceae* (= *Cruciferae*) și *Resedaceae*.

Familia *Capparaceae*

Cuprinde circa 675 specii subtropicale, preponderent lemnoase. Florile au petalele libere, nepintenate.

Genul ***Capparis*** încadrează specii subarbustive cu răspândire intertropicală. Mugurii florali de la unele specii mediteraneene sunt utilizați ca ingrediente active în unele produse alimentare sub numele de capere. *C. spinosa* (fig. 368) este arbust spinos, care formează tufărișuri caracteristice în regiunea mediteraneană. Spinii sunt stipule metamorfozate.

Alte genuri: ***Cleome, Isomeris, Dactylaena*** ș.a.

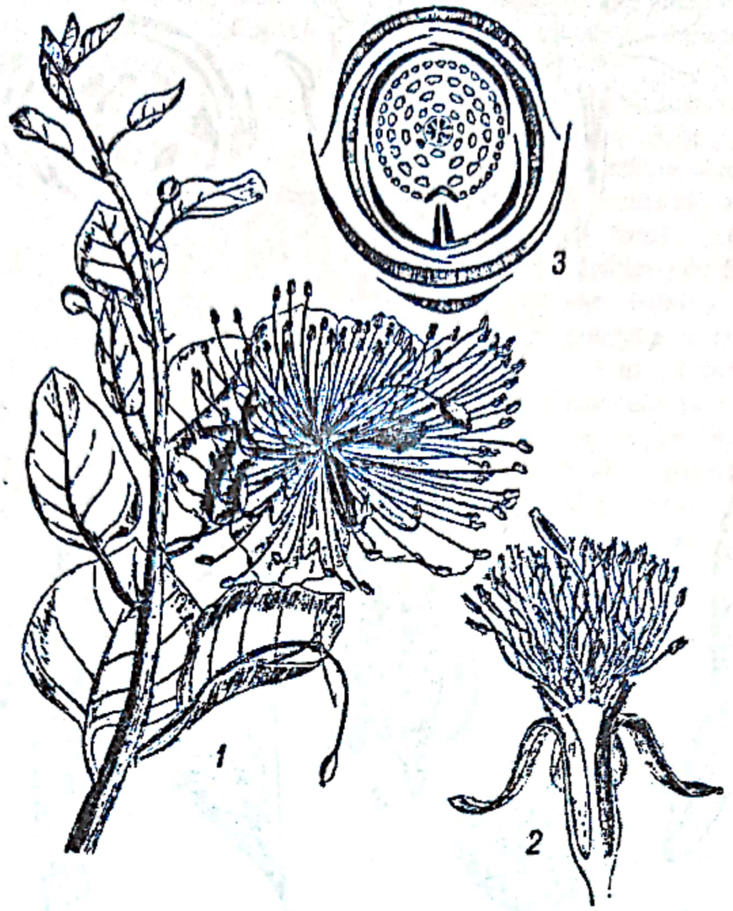


Fig. 368. *Capparis spinosa:* 1 – lăstar cu flori şi boboci florali; 2 – secţiune longitudinală în floare; 3 – diagrama florală (după Soó)

Familia *Brassicaceae* (= *Cruciferae*)

Familie cu peste 3.000 specii care se recunosc, în special, prin construcţia florilor lor. Sunt plante erbacee, cele mai numeroase, perene până la unianuale, cu rădăcini pivotante. Frunzele sunt variat divizate, alterne sau verticilate, fără stipule.

Florile sunt grupate în inflorescenţe racemoase, simple sau compuse, aproape totdeauna fără bractei şi bracteole şi fără floare de vârf. O floare este bisexuată pe tipul 4, bisimetrică (fig. 369-A) chorisepală şi choripetală. Prezintă 4 sepale, 4 petale, care alternează cu sepalele, două stamine exterioare mai scurte şi 4 stamine interne mai lungi, uneori numai patru stamine, un ovar cu perete median despărţitor, cu poziţie superioară, sesil sau, cel mai adesea, pedunculat (cu ginofor). La formarea ovarului participă, pe lângă cele două carpele fertile, încă două carpele sterile.

$\circ\,|\,\circ\ K_{2+2}C_4A_{2+4;4}G_{\underline{(4)}}$ sau $G_{\underline{(2)}}$

Polenizarea este entomofilă datorită discurilor nectarifere intrastaminale. Fructul (fig. 369-B) este o silicvă (când lungimea depăşeşte de 3 ori lăţimea) sau o siliculă (cu dimensiunile aproape egale sau lungimea nu depăşeşte cel mult de 3 ori lăţimea).

La deschiderea fructului, peretele despărţitor membranos (replum), dintre placentele celor două carpele fertile, rămâne cu seminţele atârnând de el, la început susţinut de pedunculul fructului. Fructele pot fi dehiscente, indehiscente, scindabile, lomente sau teci – nucă, cu una sau puţine seminţe.

Seminţele rezultă din ovule campilotrope, sunt lipsite de endosperm şi prezintă un embrion înconvoiat, cu două cotiledoane bogate în ulei. Embrionul poate fi: pleuroriz, notoriz şi ortoploc. Cruciferele sunt plante cosmopolite, răspândite peste tot în ţinuturile extratropicale ale emisferei nordice. În nord ajung până în Arctica, iar în munţii înalţi până la graniţele extreme ale vegetaţiei.

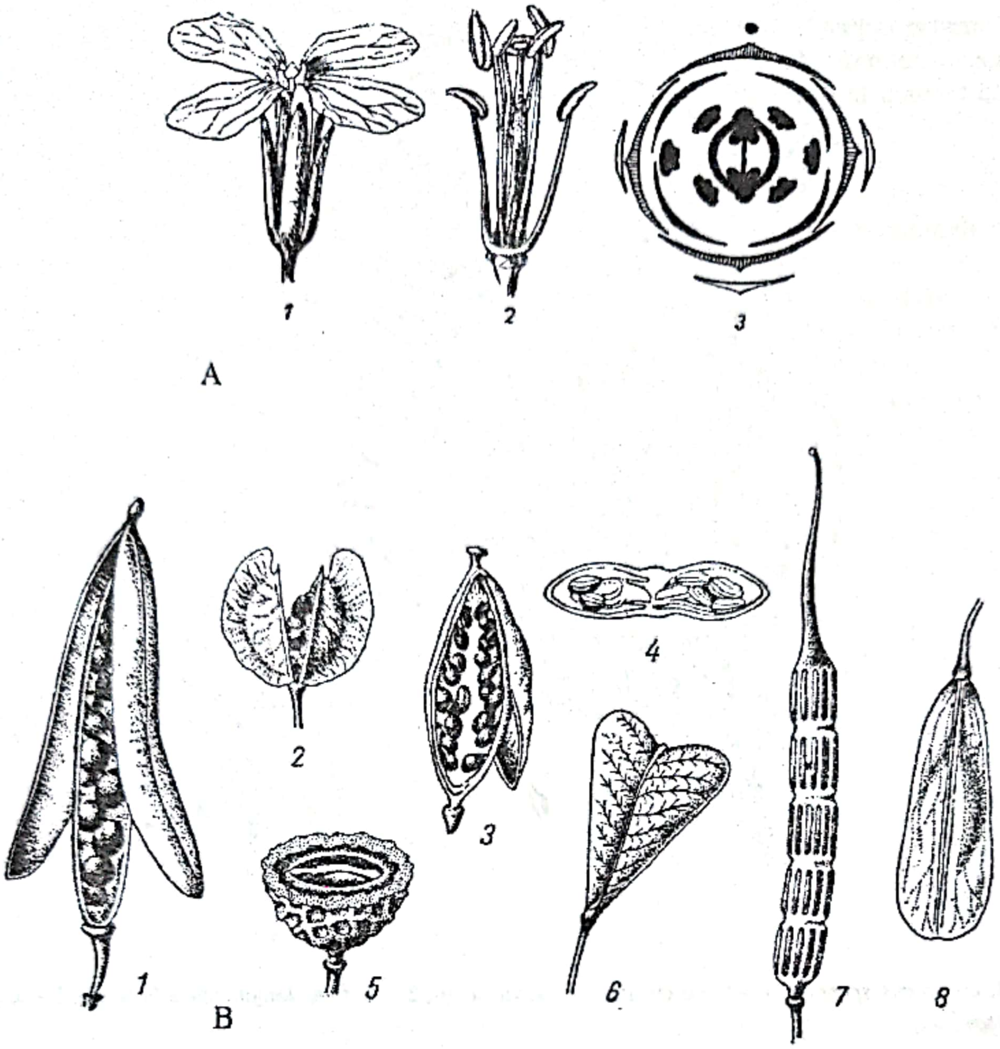


Fig. 369. *Brassicaceae:* A – *Brassica nigra*: 1 – floarea; 2 – androceul și gineceul; 3 – diagrama florală; B – fructe de *Brassicaceae*: 1 – *Cheiranthus cheri*; 2 – *Thlapsi arvense*; 3 – *Draba aizoides*; 4-6 – *Capsella bursa-pastoris*; 5 – *Neslia paniculata*; 7 – *Raphanus raphanistrum*; 8 – *Isatis tinctoria* (după Soó)

Sistematica. Pentru împărțirea familiei, așa bogată în specii, au fost luate în considerare mai multe caractere: forma și poziția embrionului, forma și dehiscența fructului, dispoziția glandelor cu nectar, iar în ultimul timp secvențele de ADN.

Cromosomii cruciferelor sunt, în general, mici. A fost pusă în evidență la unele specii poliploidia (alopoliploidia și autopoliploidia) precum și aneuploidia. Numărul de bază (x) variază de la 4 → 15. La unele specii apare și apomixia (ca la *Cardamine (Dentaria) bulbifera*).

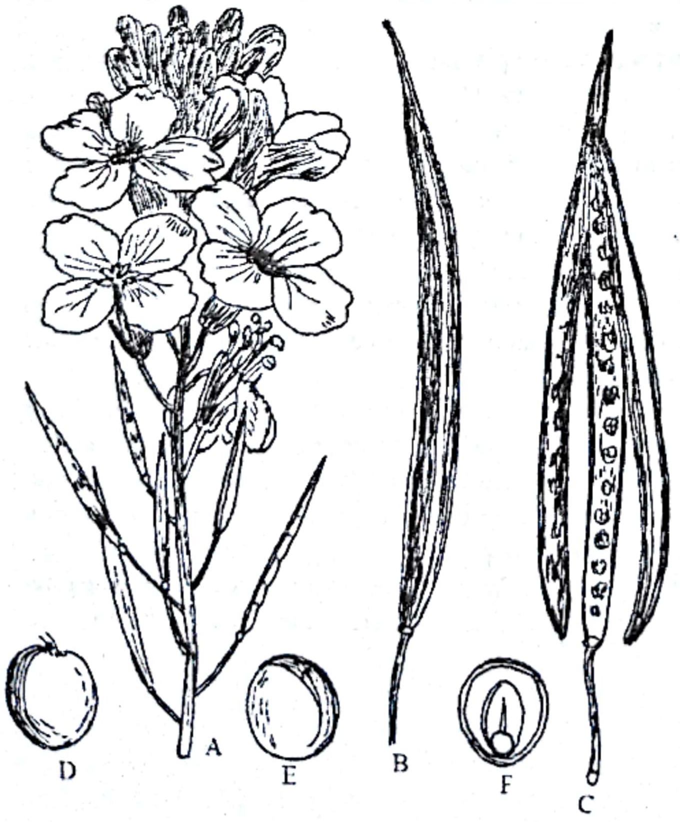


Fig. 370. *Brassica oleracea* subsp. *oleracea:* A – Racem cu fructe, flori și boboci florali; B – silicva; c – fruct dehiscent în două valve cu replumul pe care se găsesc semințele; D – sămânța; E – embrionul înainte de germinarea seminței; F – secțiune longitudinală în sămânța cu embrion

Numeroase specii sunt larg răspândite ca specii segetale autogame, altele ca plante ruderale, însoțind omul și activitățile sale (ex. *Capsella bursa-pastoris*, specii de *Lepidium*, *Sisymbrium*, *Thlaspi*, *Sinapis*, *Rorippa*, *Berteroa* ș.a.).

Importanța economică

Crucifere alimentare: varietățile cultivate de la *Brassica oleracea* (fig. 370: var. *capitata*) (Varza pentru căpățână) cu f. *alba* și f. *rubra*; var. *botrytis* (Conopida); var. *gongylodes* (Gulia); *Raphanus sativus* (Ridichea albă) cu var. *radicula* (Ridiche de lună) și var. *niger* (Ridichea de iarnă). Mai puțin utilizate în alimentație la noi sunt: *Nasturtium officinale* (Cresonul medicinal) și *Lepidium sativum* (Cresonul).

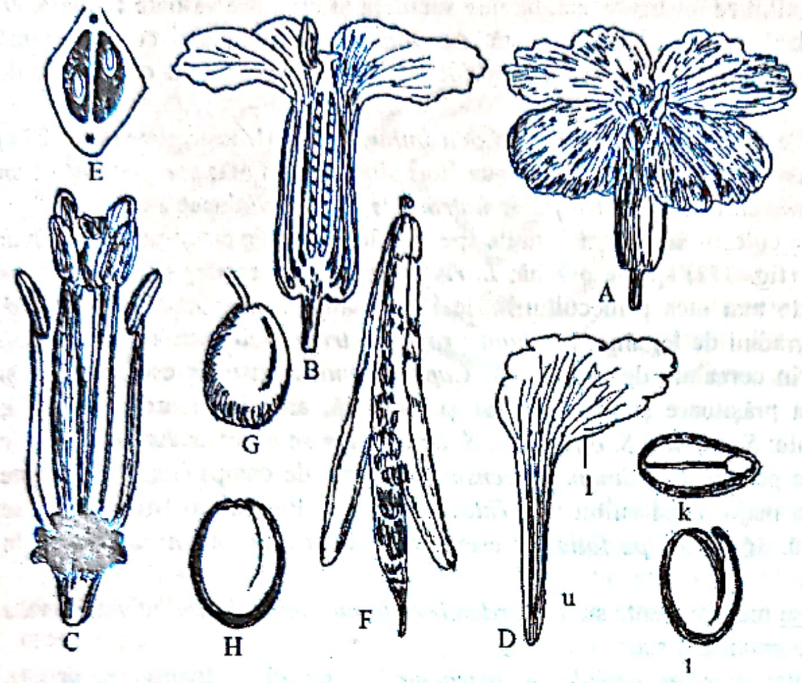


Fig. 371. *Cheiranthus cheiri:* A – floare; B – secțiune longitudinală în floare; C – androceul tetradinam care înconjoară gineceul; D – petala cu unguicula (u) și lamina (l); E – secțiune transversală în ovar; F – silicva cu dehiscența bivalvă și semințele fixate pe replum; G – sămânța; H – secțiune longitudinală în sămânță; I, K – secțiune longitudinală și transversală în sămânță

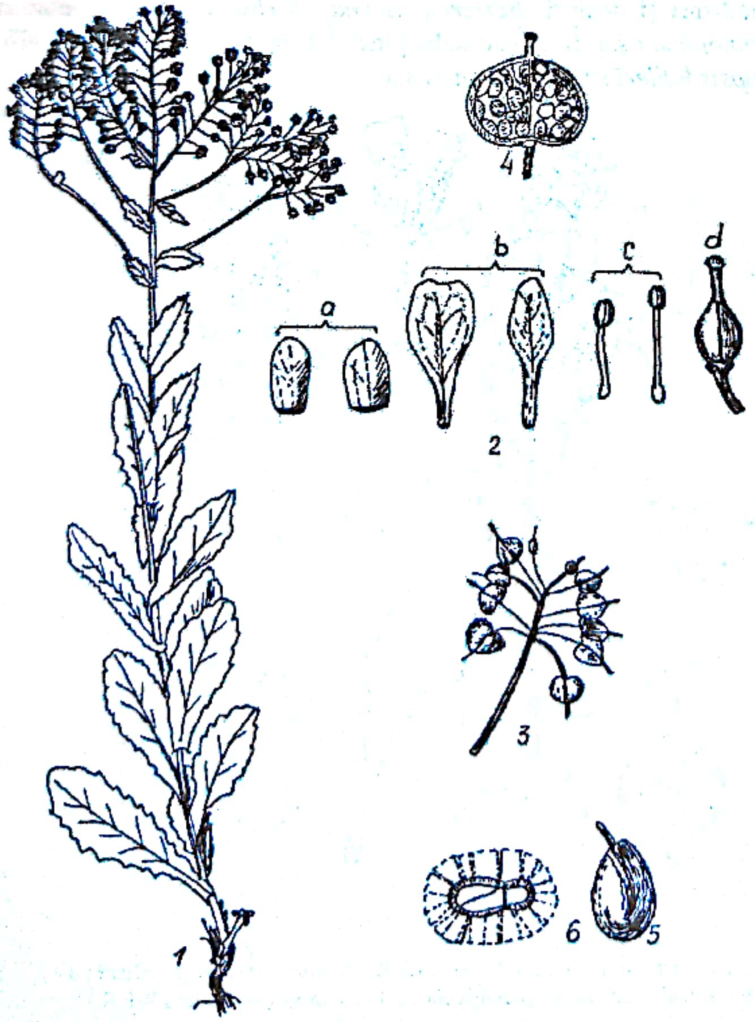


Fig. 372. *Cardaria draba*: 1 – habitusul plantei cu racem fructifer corimbiform; 2 – părțile florii: a – sepale; b – petale unguiculate; c – androceu tetradinam cu o stamină mai scurtă de pe verticilul extern și una mai lungă de pe verticilul intern; d – gineceu; 3 – racem cu silicule: 4 – silicula cu numeroase semințe: 5 – sămânța; 6 - embrionul

Crucifere industriale: ca plante oleaginoase, condimentare și aromatice sunt utilizate: *Brassica rapa* subsp. *oleifera* (Rapița Naveta); *Brassica nigra* (Muștarul negru); *Sinapis alba* (Muștarul alb); *Armoracia rusticana* (Hreanul); *Camelina sativa* (Lubiț).

Crucifere medicinale prin semințele și uleiurile pe care le conțin, dar și prin partea aeriană etc. *Brassica rapa* (*Oleum Rapae raffinatum*, med.); *B. nigra* (*Sinapis nigrae semen*, med.); *Capsella bursa-pastoris* (*Bursae-pastoris herba*, med.); *Alliaria petiolata* (*A. officinalis*) (*Alliariae herba*, med.);

Sisymbrium sophia, S. orientale şi *S. officinale* (*Sisymbrium herba*, med.); *Nasturtium officinale* (*Nasturtii herba*, med.); *Camelina sativa* (*Camelinae semen*, med.) ş.a.

Crucifere furajere. Sunt folosite diferite varietăţi de la *Brassica oleracea, B. rapa* subsp. *rapa* (Napii de mirişte) la care hipocotilul se încărnoşează, devine suculent şi cu mare valoare furajeră; *B. napus* var. *oleifera* (Rapiţa Colza) este şi plantă furajeră, dar seminţele conţin ulei cu importanţă alimentară; *Raphanus sativus* var. *radicula, Lepidium perfoliatum* şi *L. ruderale* sunt consumate de animale în timpul înfloritului.

Crucifere ornamentale. Cele mai cunoscute sunt: *Cheiranthus cheiri* (Micşunelele) (fig. 371) cu flori galben-portocalii; *Matthiola incana* (Micsandrele) cu flori albe-roze-violet; specii de *Alyssum* cu flori galbene; *Iberis, Aethionema* cu flori albe; *Hesperis matronalis* cu flori violacee ş.a.

Crucifere ca buruieni prin culturi. Se află mai multe specii atât unianuale cât şi perene, cum ar fi: *Lepidium draba* (Urda vacii) (fig. 372) specie perenă; *L. ruderale* (Păduchemiţa) şi *L. campestre* unianuale; *Brassica juncea* creşte mai ales prin culturile de in de sămânţă, porumb, mei etc.; *B. campestris* (Varza sălbatică) în grădini de legume; *Raphanus raphanistrum* (Ridichea sălbatică) (fig. 373-A) este buruiană frecventă în cerealele de primăvară; *Capsella bursa-pastoris* este comună şi abundentă ca plantă segetală (în prăşitoare şi păioase) dar şi ruderală, are şi valoare medicinală; *Sisymbrium* (Voinicica) cu speciile: *S. sophia, S. officinale, S. altissimum* se află frecvent în culturile prăşitoare şi păioase (mai ales de primăvară); *Sinapis arvensis* (Muştarul de câmp) (fig. 373-B) este frecventă şi deseori abundentă în majoritatea culturilor; *Thlaspi arvense* (Punguliţa) (fig. 373-C) se află în semănăturile de primăvară. *Myagrum perfoliatum* este specie unianuală, uneori abundentă în culturi de păioase în sudul ţării.

Specii de păduri de foioase mai frecvente sunt: *Cardamine glanduligera, C. bulbifera, Turritis glabra, Arabis turrita, Cardamine impatiens* ş.a.

Specii saxicole şi rupicole: *Alyssum murale, A. petraeum, A. saxatile, Arabis procurrens, Draba carinthiaca, D. lasiocarpa, Erysimum comatum, E. witmanni, Lunaria rediviva, Peltaria alliacea* ş.a.

În pajişti din regiunea de podişuri şi dealuri: *Berteroa incana, Barbarea vulgaris, Bunias orientalis, Erysimum diffusum, E. pannonicum* ş.a. În pajişti subalpine şi alpine: *Thlaspi kovatsii, Th. dacicum, Alyssum repens, Cardaminopsis halleri* subsp. *ovirensis* ş.a.

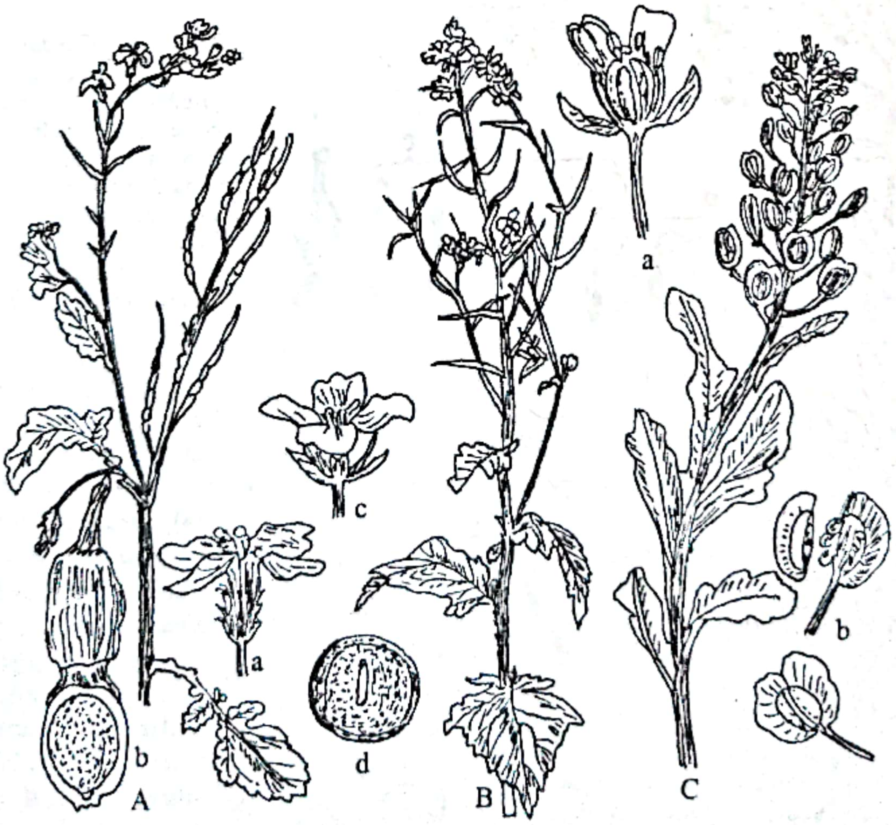


Fig. 373. *Brassicaceae:* A – *Raphanus raphanistrum*: a – floare; b – fructul; B – *Sinapis arvensis*: c – floare; d – sământă; C – *Thlaspi arvense*: a – floare; b – silicula nedeschisă şi dehiscentă în două valve (după Flora R.P.R.)

Obs. Între crucifere se află şi *Arabidopsis thaliana* (Gâscariţa), o specie efemeră, cultivată şi în eprubetă. A devenit, în ultimul deceniu, cea mai importantă spermatofită experimentală a biologiei şi geneticii moleculare, alături de mai cunoscutele: *Escherichia coli* (bacterie), *Saccharomyces* (drojdie), *Caenorharbitis* (nematod), *Drosophila* (musculiţa de oţet), *Triturus* (triton), *Protopterus* (peşte dipnoi).

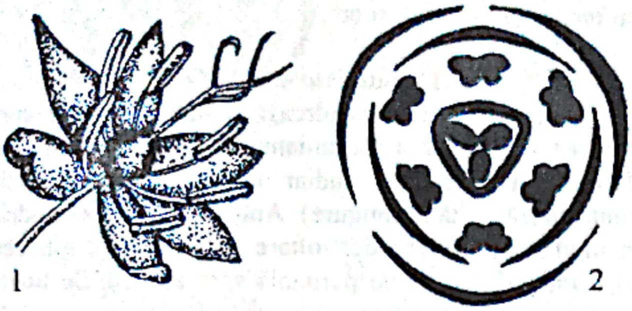


Fig. 374. *Resedaceae: Resada odorata:* 1 – floarea; 2 – diagrama florală (după Soó)

Familia *Resedaceae*

Aceasta încadrează 75 de specii mediteraneene cu flori uşor zigomorfe. În Europa Centrală cresc câteva specii ale genului *Reseda* (fig. 374), pe locuri stabile ruderale (*R. lutea, R. luteola*). Carpelele nu sunt complet concrescute în partea superioară, încât ovulele sunt vizibile. Prezintă flori galbene şi albe (*R. alba*).

10.2. Ordinul *CARICALES*

Familia *Caricaceae*

Carica papaya (Papaierul, Arborele de pepene) (fig. 375) este arbore originar din America tropicală (Mexic), dar cultivat peste tot la tropice, iar în regiunile temperate numai în sere. Fructele cresc în buchete şi au forma de pară. Coaja este netedă şi dungată ca a pepenelui. La început sunt verzi, iar la maturare devin galbene. Miezul este parfumat şi dulce şi seamănă cu al pepenelui verde.

Papaina se extrage din fructul şi frunzele papaierului şi se utilizează în afecţiunile digestive. Uşurează digestia proteinelor datorită enzimelor proteolitice pe care le conţine. Pentru a frăgezi o bucată de carne, aceasta este învelită în frunze de papaier. Latexul extras din frunzele verzi serveşte la fabricarea gumei de mestecat. Din fructul de papaină brazilienii prepară un sirop sedativ. Seminţele sunt folosite ca vermifug.

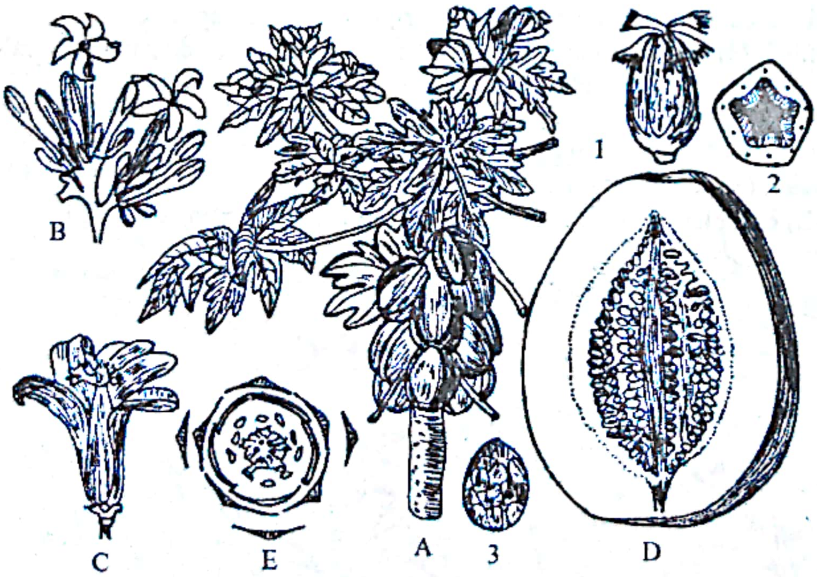


Fig. 375. *Carica papaya:* A – fragment de lăstar cu fructe: B – vârful unui lăstar cu flori; C – floarea: 1 – ovarul cu stilele şi stigmatele caracteristice; 2 – secţiune transversală în ovar; D – fructul cu o sămânţă (3), în secţiune longitudinală

10.3. Ordinul *TROPAEOLALES*

Familia *Tropaeolaceae*

Familie răspândită în Lumea Nouă (America Centrală şi de Sud), care încadrează 2 genuri şi câteva specii caţărătoare, cu frunze adesea peltate, fără stipule. Florile sunt zigomorfe pintenate şi fructele scindabile. Pintenul este de natură receptaculară şi nu provine din sepalele sau petalele florii.

$$\circ|\circ\, K_5C_5A_{5+3}G_{\underline{(3)}}$$

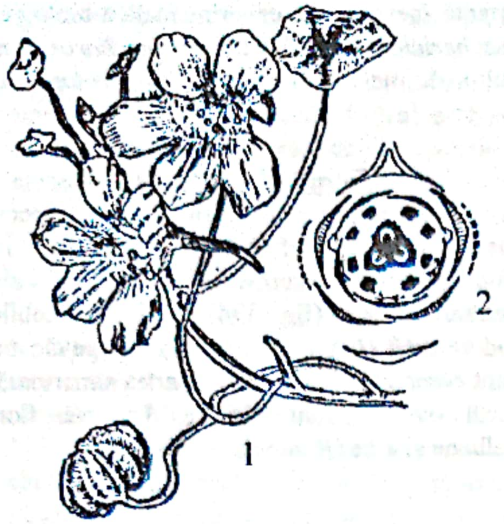


Fig. 376. *Tropaeolum majus:* 1 – fragment de lăstar cu flori; 2 – diagrama florală

Genul ***Tropaeolum*** încadrează circa 100 specii ornamentale: *T. majus* (Călţunaşi, Conduraşi) (fig. 376) este cea mai cultivată specie, ornamentală prin frunzele mari peltate şi florile mari portocalii. Bobocii florali şi frunzele sunt comestibile. Cu ele se ornează platourile cu mezeluri, brânzeturi etc.

4.11. Supraordinul *MALVANAE*

Supraordinul încadrează plante lemnoase spre erbacee perene, mai rar unianuale, cu frunze mai rar divizate. Florile sunt radiar simetrice, cu estivaţie contortă (răsucită în mugure). Androceul este poliandric în mod secundar (cu dezvoltare centrifugală); gineceu superior cu placentaţie parietală spre axilară. Se poate urmări reducerea carpelelor în gineceu (5→2) concomitent cu reducerea numărului de ovule în ovar. Nectariile lipsesc sau sunt foarte slab formate şi nu extrastaminal (ca la *Violanae* şi *Celastranae*).

Sistematica. Supraordinul încadrează următoarele ordine: *Cistales, Malvales, Thymelaeales*.

11.1. Ordinul *CISTALES*

Cu următoarele familii: *Cistaceae, Bixaceae* şi *Dipterocarpaceae*.

Familia *Cistaceae*

Familia încadrează circa 200 specii, răspândite peste tot în jurul Mediteranei şi mai puţine în America de Nord. Se prezintă ca arbuşti, subarbuşti sau plante erbacee perene. Cele mai numeroase sunt părţi componente ale tufărişurilor mediteraneene cu frunze pieloase, tari, numite maquis.

Florile prezintă poliandrie secundară, stamine libere, endospermul este amidonos sau lipseşte.

$$* K_{5-3}C_{5-3;0}A_{\infty}G_{\underline{(3-10)}}$$

Multe dintre speciile arbustive conţin răşini cu miros aromatic.

Genul ***Cistus*** (fig. 377-A) se caracterizează prin corole mari, multicolore, rapid trecătoare.

Genul ***Helianthemum*** (fig. 378) cuprinde câteva specii care apar în asociaţii de pajişti central-europene din zone de deal şi montane: *H. alpestre, H. nummularium, H. apenninum* (fig. 378).

Familia *Bixaceae*

Familie cu un gen şi 2 specii care cresc în America tropicală.

Bixa orellana (fig. 377-B) este plantă lemnoasă neotropicală din care se extrag coloranţi.

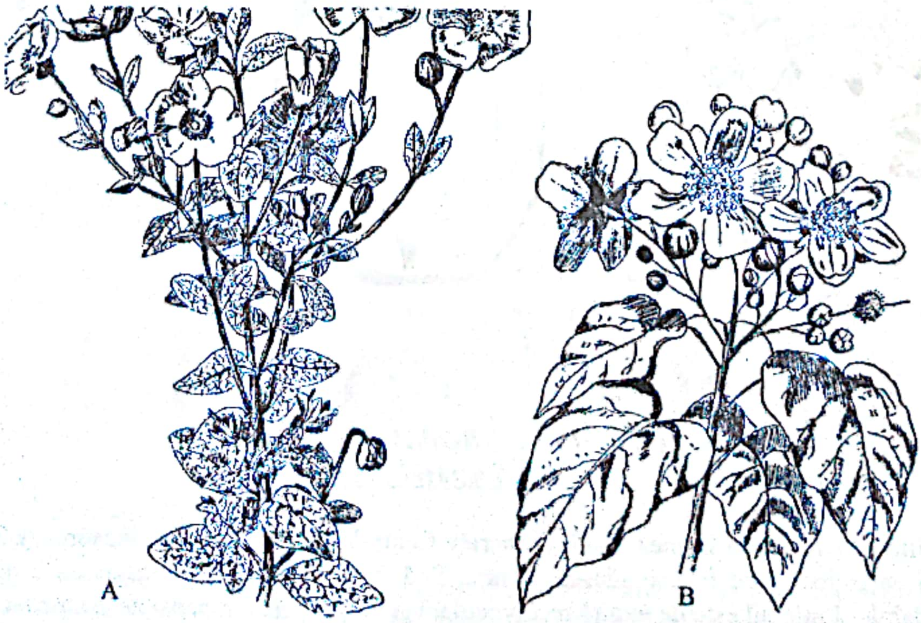


Fig. 377. *Cistaceae:* A – *Cistus laurifolius;* B – *Bixa orellana* (după Soó)

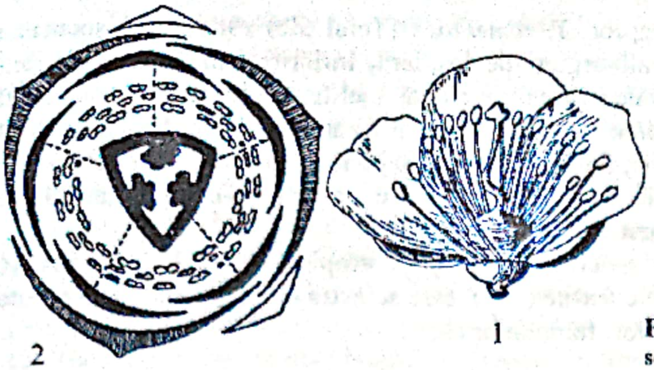


Fig. 378. *Helianthemum apenninum:* 1 – secțiune longitudinală în floare; 2 – diagrama florii (după Soó)

Familia *Dipterocarpaceae*

Aceasta încadrează 530 specii cu răspândire paleotropicală (Asia și Africa tropicală). Sunt arbori de pădure care furnizează rășini.

Dryobalanops aromatica crește în Sumatera Borneo și furnizează „camforul de Borneo"

11.2. Ordinul *MALVALES* (*COLUMNIFERALES*)

Caracteristica lor o reprezintă tendința de concreștere, în formă de tub, a staminelor androceului secundar poliandric, care înconjoară de jur împrejur stilul, și legarea tubului acestuia de corolă. În acest mod anterele staminelor sunt ridicate în sus pe coloana formată de tubul filamentelor (columna-coloană). În mugurii florali, caliciul are o prefoliație valvată (sepalele se ating ușor prin marginile lor), iar corola este contortă (petalele sunt răsucite). Sepalele și petalele nu sunt sau sunt foarte puțin concrescute între ele.

O altă caracteristică a acestor plante este formarea celulelor cu mucilagii și a substanțelor grase (acizi grași ai ciclopropenului) și în endosperm.

Sistematica. Ordinul încadrează următoarele familii: *Tiliaceae, Bombacaceae, Sterculiaceae, Malvaceae.*

Familia *Tiliaceae*

Familia este bazală în cadrul ordinului, datorită staminelor încă libere, neconcrescute. Sunt circa 725 specii, preponderent tropicale.

Arbori, arbuști sau, mai rar, erbacee (*Corchorus*) cu frunze simple, dințate sau lobate, dispuse altern, cu stipule caduce.

Flori bisexuate pentamere, rareori tetramere (la *Sparmannia*), grupate în inflorescențe dichaziale, care sunt concrescute prin pedunculul lor cu o frunză anterioară (bractee sau hipsofilă mărită frapant, care ia aspect de aripă). Aceasta, la maturarea fructelor, ca organ de zbor, cade ca un întreg, împreună cu ansamblul de fructe. Androceul, teoretic, este diplostemon, dar prin poliandrie secundară centrifugală se multiplică și prin baza filamentelor lor, staminale se unesc în 5-10 fascicule (uneori sunt libere), la exterior, uneori, cu un verticil de staminodii. Gineceul este pentacarpelar sincarp, 5-compartimentat, în fiecare compartiment cu câte 2 ovule anatrope.

Polenizarea se face prin insecte și vânt, iar fructul este o nucă cu o sământă (un ovul din cele 10 se transformă în sământă, iar celelalte avortează).

$$* K_{4\text{-}5}C_{4\text{-}5}A_{0+\infty}G_{\underline{(2\text{-}\infty)}}$$

Genul ***Tilia*** (Teii) încadrează câteva specii care sunt arbori ai pădurilor de foioase de pe soluri mezo-eutrofe. *T. cordata* (Teiul de iarnă, Teiul pucios) (fig. 379) este larg răspândit în Europa, mai ales în câmpia continentală. Înmugurește primăvara târziu și are frunze mici; *T. platyphyllos* (Teiul de vară) înmugurește și înflorește mai devreme, are frunzele mult mai mari.

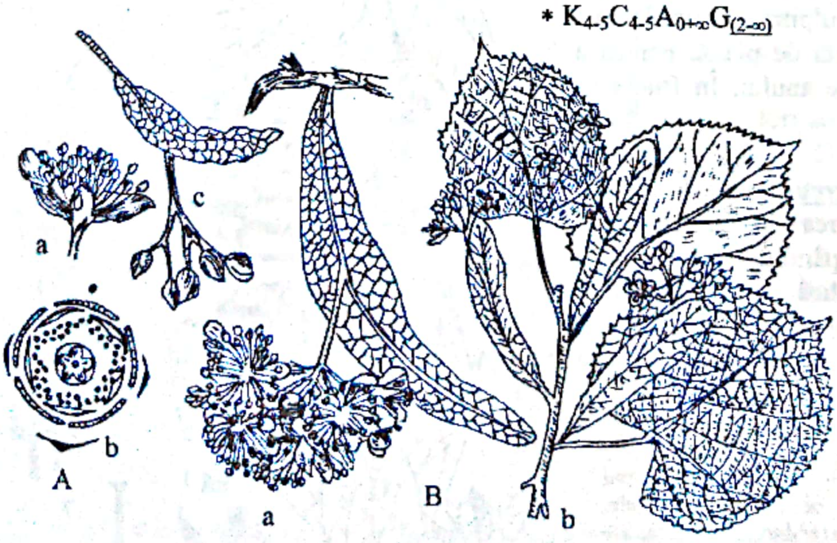


Fig. 379. A. *Tilia cordata*: a – floarea în secțiune longitudinală; b – diagrama florală; c – hipsofilă concrescută cu ansamblul de fructe; B – *Tilia tomentosa*: a – inflorescență decurent bracteată; b – fragment de lăstar cu inflorescențe

Creşte mai ales în regiunea mijlocie a munţilor. *T. tomentosa* (Teiul alb) este arbore spontan şi cultivat, care se recunoaşte prin frunzele sale alb-argintii pe dos, iar la înflorire prin mirosul persistent, plăcut, pe care-l emană florile. Pe lângă valoarea sa ca plantă meliferă, ornamentală, forestieră, inflorescenţele (*Tiliae flos cum bracteis, flos sine bracteis, folium*, off.) au utilizări medicinale, datorită substanţelor mucilaginoase, a uleiurilor volatile, flavonozidelor şi saponozidelor pe care le conţin.

Genul ***Sparmannia*** încadrează specia *S. africana* (Teiul de interior, Teiul de cameră) din Republica Sud-Africană. Prezintă stamine senzitive.

Genul ***Corchorus*** încadrează câteva specii tropicale şi subtropicale de 2-3 m înălţime (*C. capsularis, C. olitorius*), cultivate pentru fibrele textile (iută), care se extrage din tulpinile lor. Acestea se utilizează la confecţionarea covoarelor, sacilor, frânghiilor etc.

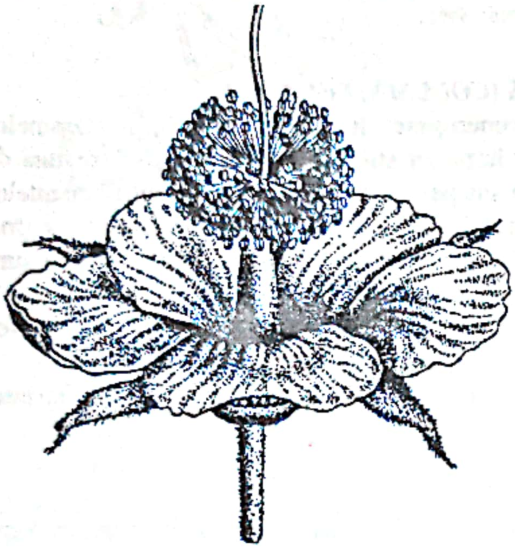


Fig. 380. *Bombacaceae: Adansonia digitata*: floarea (după Soó)

Familia *Bombacaceae*

Familie cu 250 specii care sunt răspândite în zone intertropicale ale globului. Staminele sunt ± concrescute (fig. 380) şi rareori formează o coloană. Nectariile sunt extraflorale. Fructul este o capsulă loculicidă sau cărnoasă.

Adansonia digitata (Baobabul african, Pâinea maimuţelor) (fig. 380) formează un trunchi bazal în formă de butelie, care înmagazinează apa. Din acesta, pornesc, digitat, ramuri groase, cât grosimea celor mai impunători arbori de la noi (stejar, fag etc.). Coroana este slab dezvoltată. Fructele sunt capsule sclerificate, cu pulpa făinoasă şi mai multe seminţe, mult căutate de maimuţe, dar şi de indigenii din Africa tropicală. Ajunge la 40 m înălţime.

Genul ***Ceiba*** încadrează 20 specii intertropicale. Fructele conţin un ulei comestibil. Perii endocarpului furnizează o lână nefilabilă numită kapoc de Jawa.

Ochroma pyramidale (*O. lagopus*) (Arborele de Balsa) este arbore caracteristic junglei sud-americane, de circa 20 m înălţime, cu lemn tare, dar mai uşor ca pluta, când este uscat. Serveşte la construirea bărăcilor rezistente. Din acest lemn şi-a construit celebrul explorator norvegian Thor Heyerdahl pluta „Kon-Tiki", cu care a traversat Oc. Pacific din Peru până în Polinezia.

Cavanillesia arborea este arbore care creşte în păduri uscate din Brazilia. Tulpina este umflată ca un butoiaş, plin cu apă, folosită de plantă pentru a depăşi perioadele secetoase ale anului. În fructe se află fibre textile.

Familia *Sterculiaceae*

Familia încadrează circa 50 de genuri şi 1.500 specii care sunt răspândite în regiunile intertropicale din Emisfera Sudică până în Africa de Sud.

Sunt arbori şi arbuşti, mai rar plante erbacee (***Buettneria***) sau liane.

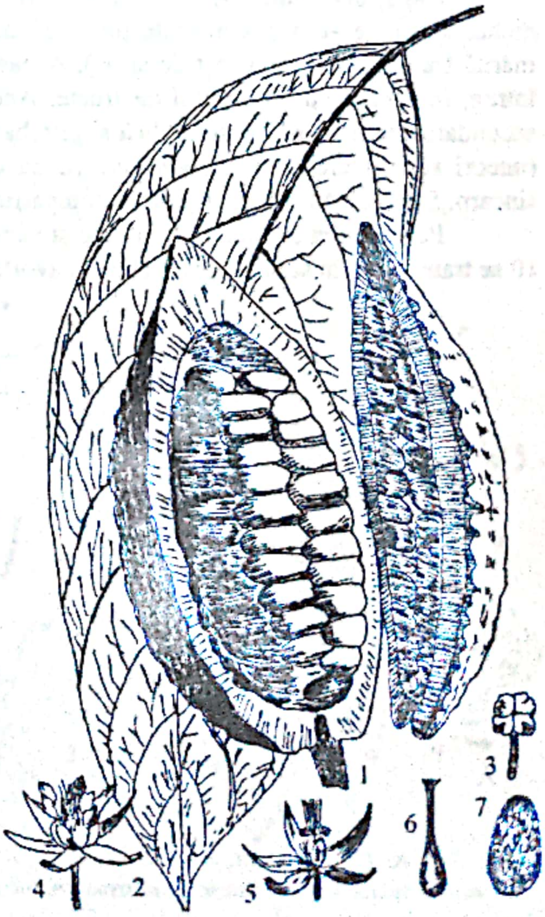


Fig. 381. *Theobroma cacao*: 1 – fructul cu pericarpul deschis în două valve între care se observă seminţele, îngrămădite şi dispuse pe mai multe rânduri; 2 – frunza; 3 – floarea nedeschisă; 4 – floarea deschisă; 5 – floarea fără petale; 6 – gineceul; 7 – sămânţa (după Firbas)

Theobroma cacao (Arborele de cacao) (fig. 381) este originar din America tropicală, însă se cultivă peste tot în regiuni calde. Este arbore scund, cu frunze simple, mari. Prezintă cauliflorie, iar florile sunt polenizate de păduchi şi furnici. Fructele sunt bace roşii, mari, care conţin numeroase seminţe exalbuminate (boabele de cacao). În cotiledoanele lor se află multă grăsime (= untul de cacao). Prin presare la cald, din aceste seminţe, de mărimea unei migdale, se obţine untul de cacao, protide eşi alcaloidul theobromin. Untul de cacao (*butyrum cacao*) are punctul de topire la temperatura corpului uman. Din el se prepară unguente, globule, supozitoare etc. Turta rămasă din seminţe, în urma uscării şi măcinării, dă pulberea (făina) de cacao, utilizată la prepararea ciocolatei.

Genul ***Cola*** încadrează 50 specii răspândite în Africa tropicală. *C. nitida, C. acuminata* ş.a. (Nucile de cola, Arborii lui Colatier). De la aceşti arbori se utilizează seminţele (de fapt numai cotiledoanele) (*Cola semen*) bogate în alcaloizi: cofeină, theobromină, întrebuinţate la prepararea unor băuturi răcoritoare, stimulatoare ale sistemului nervos. Seminţele denumite „nuci de cola", consumate ca atare au efect de calmare a foamei şi a setei.

Genul ***Sterculia*** încadrează 100 specii intertropicale. *St. platanifolia* este arbore ornamental cultivat în ţări din Asia orientală.

Familia *Malvaceae*

Familia cuprinde 1550 specii grupate în 80 genuri cosmopolite, fără regiunile polare.

Sunt plante preponderent erbacee, mai rar lemnoase (arbuşti sau arbori), cu frunze simple sau lobate, prevăzute cu stipule.

Flori mari bisexuate, pe tipul 5, solitare sau grupate în inflorescenţe cimoase. Floarea prezintă, de regulă generală, un caliciu exterior numit calicul (epicaliciu), care poate fi derivat din bracteile florilor. Caliciul prezintă 5 sepale (valvate în faza de mugure), de regulă generală,concrescute prin baza lor şi adesea remanescente pe fruct. Corola este formată din 5 petale, adesea asimetrice, libere sau concrescute prin baza lor şi cu tubul staminelor. Androceul este multiplicat secundar prin scindarea anterelor, încât fiecare stamină prezintă numai o thecă (o grupă de saci cu polen). Staminele sunt concrescute prin filamentele lor într-un tub în jurul stilului, formând o coloană (columnă) în centrul florii. Gineceul poate fi alcătuit din 3-5 sau mai multe carpele (până la 50) cu poziţie superioară. Polenizarea este entomofilă datorită glandelor cu nectar de la baza petalelor. Fructul este o capsulă polispermă dehiscentă prin valve (la *Gossypium* ş.a.) sau alteori se scindează în fructe parţiale (= mericarpii) cu o sămânţă, un multiplu al numărului de carpele (la *Malva, Althaea* ş.a.).

$$* \, k_{2\text{-}11;0}K_{(5)}C_5A_{(\infty)}G_{\underline{(3\text{-}\infty)}}$$

Genul ***Abutilon*** încadrează 100 specii intertropicale: *A. theophrasti* (Pristolnic, Floarea pâinii) este o specie unianuală, mediteraneană, robustă, cu flori galbene şi fruct scindabil. Este singura *Malvaceae* la care floarea nu prezintă calicul. Creşte prin culturi, locuri ruderale. Tulpina conţine fibre textile.

Genul ***Malva*** prezintă calicul format din 3 episepale mici, libere între ele. Din cele 50 specii din regiunea temperată de nord, în România mai comune sunt: *M. sylvestris* (Malva de câmp) (fig. 382) de la care utilizări medicinale au frunzele (*Malvae folium*, off.) şi petalele florilor (*Malvae flos*, off.), datorită unor cantităţi apreciabile de substanţe mucilaginoase. *M. neglecta* (Caşul popii) (*Malvae neglectae folium*, off.); *M. pusilla* ş.a.

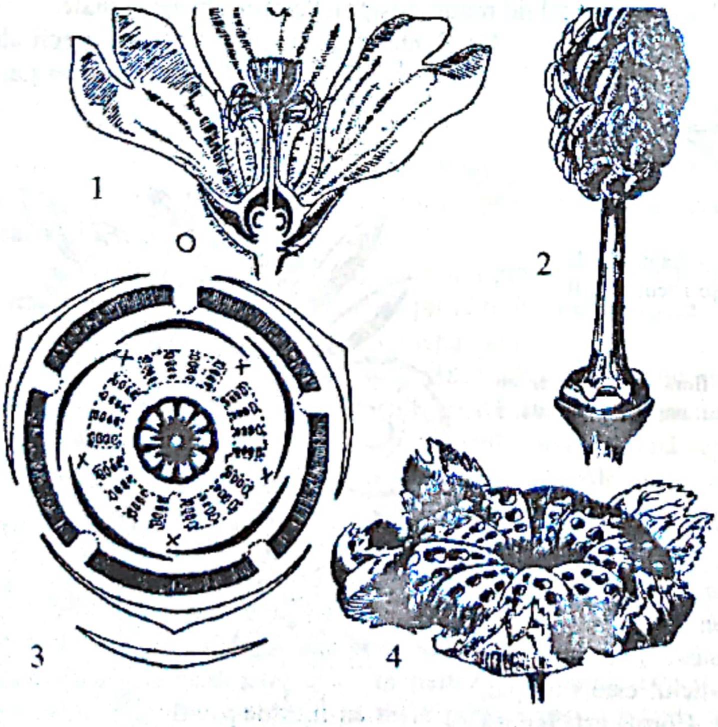


Fig. 382. *Malva sylvestris:* 1 – secţiune longitudinală în floare; 2 – androceu şi gineceu; 3 – digrama florală; 4 – fructul însoţit de caliciu (după Soó)

Genul ***Althaea*** are caliciul format din 6-9 episepale concrescute la bază. *A. officinalis* (Nalba mare) este o plantă perenă robustă (→ 1,50 m înălțime) cu frunze palmat-lobate. Florile mari, palid-rozee sau albe, sunt dispuse racemiform în vârful tulpinii. Fructul este alcătuit din 10-20 mericarpii, însoțite de caliculul și caliciul persistente. Utilizări medicinale au rădăcinile, dar și frunzele și florile (*Althaeae radix, folium, flos*, off.). *A. rosea* (Nalba de grădină) se cultivă ca plantă ornamentală, dar se și sălbăticește ușor. De la aceasta sunt utilizate florile împreună cu caliculul și caliciul (*Malvae arboreae flos cum sine calycibus*, off.).

Genul ***Hibiscus*** se recunoaste prin caliculul format din 6-13 episepale liniare, libere. Cuprinde peste 200 specii tropicale și subtropicale. *H. trionum* (Zămoșița) este frecvent întâlnită ca specie segetală. Au utilizări medicinale părțile aeriene (Trionii herba, off.). **H. syriacus* (Zămoșița de Siria) este arbust erect de 2-3 m înălțime, cultivat pentru ornament și mai ales pentru garduri vii. *H. esculentus* (Bame) se cultivă ca plantă alimentară pentru fructele ei, capsule cărnoase, alungite, silicviforme. *H. rosa-sinensis* (Trandafirul de China, Constantinopolul) are flori mari, roșii sau galbene, și se cultivă prin sere și apartamente. Alte specii: *H. moscheutos*, *H. cannabinus* (Chenaful). Chenafulul este plantă unianuală, cultivată pentru fibrele din tulpinile sale, utilizate la fabricarea plaselor de pescuit, saci, sfoară etc.

Genul ***Gossypium*** (Bumbacul) se cultivă și se prezintă sub formă de arbuști sau plante unianuale, rezultate prin încrucișări sau poliploidie. Cultivarurile provin din specii sălbatice tropical-subtropicale asiatice și africane, respectiv americane. *G. arboreum* și *G. herbaceum* (fig. 383) sunt specii diploide (2x), iar *G. hirsutum* este tetraploid (4x). Fructul este o capsulă dehiscentă, cu semințe pe care se află peri unicelulari, lungi până la 60 mm, alcătuiți din celuloză aproape pură (90%). Acești peri constituie bumbacul, cu mare valoare economică, numit și „aur alb". Din semințe se extrage ulei care servește la prepararea margarinei. Pe lângă ulei, semințele conțin și un alcaloid numit gosipol, cu utilizări medicinale.

Ca plante ornamentale se cultivă specii ale genurilor: *Malope*, *Hibiscus*, *Althaea*, *Abutilon* ș.a.

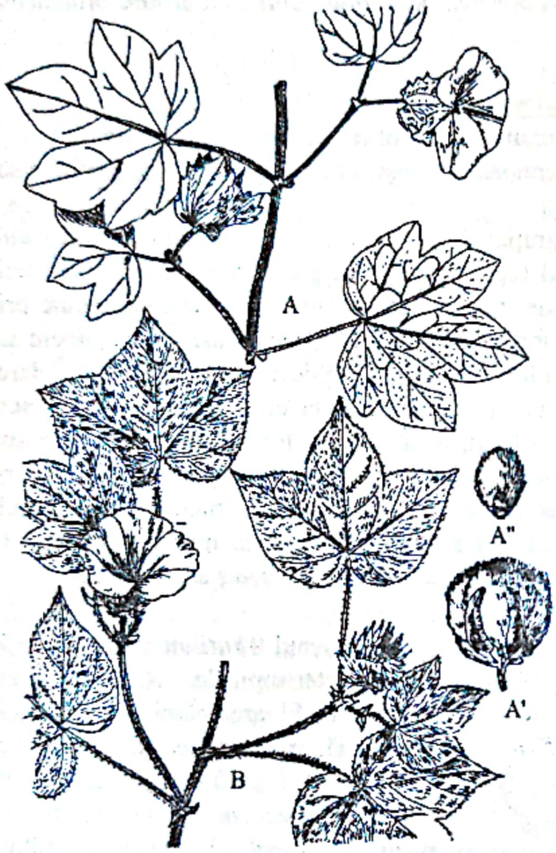


Fig. 383. *Gossypium herbaceum*: A – fragment de lăstar: A' – fructul; A" – sămânța cu perișori seminali; B – *G. hirsutum*

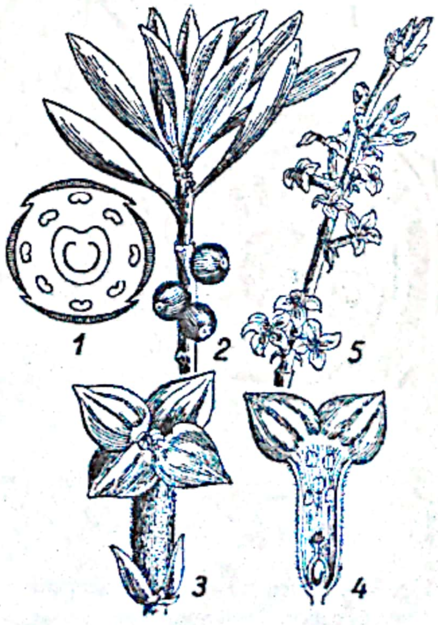


Fig. 384. *Daphne mezereum:* 1 – diagrama florală; 2 – lăstar cu fructe; 3 – o floare văzută de sus; 4 – floarea în secțiune longitudinală; 5 – lăstar nefoliat cu flori (după Soó)

11.3. Ordinul *THYMELAEALES*

Familia *Thymelaeaceae*

Familie cosmopolită, care cuprinde circa 720 specii răspândite mai ales în zone calde din Lumea Veche (Africa de Sud, Australia și regiunea mediteraneană). Florile sunt bisexuate, actinomorfe, pe tipul 4-5. Caliciul este sinsepal, bine dezvoltat și adesea colorat, corolinic. Corola este redusă sau adesea lipsește. Androceul este obdiplostemon, situat în tubul caliciului. Gineceul este monocarpelar. La ele se poate urmări trecerea de la ovare cu mai multe ovule la ovare pseudomonomere (cu un singur ovul fertil). Fructele sunt indehiscente, drupe sau bace, rareori capsule loculicide.

$$* K_4C_0A_{4+4}G_{\underline{1}}$$

Daphne mezereum (Tulichina) (fig. 384) este un arbust al pădurilor de foioase eurasiatice. Florile apar înaintea frunzelor şi prezintă caliciul roz-violet (corolinic). Este arbore otrăvitor prin scoarţa sa vesicantă. Alte specii: *D. cneorum* (cu flori roşii), *D. blagayana* (cu flori galbene) cresc pe stânci, în zone montane şi sunt declarate monumente ale naturii.

Thymelaea passerina (Limba vrăbiei) este o plantă erbacee anuală, care creşte prin locuri necultivate.

4.12. Supraordinul *VIOLANAE* s. lat.

La aceste plante predomină nodurile axelor lăstarilor cu trei urme foliare, androceul diplostemon şi formarea discurilor nectarifere, adesea extrastaminale.

Sistematica. Suparordinul încadrează ordinele: *Guttiferales, Violales, Linales, Rhizophorales* şi *Euphorbiales*.

12.1. Ordinul *GUTTIFERALES*

Acesta ocupă o poziţie bazală în cadrul supraordinului prin nodurile cu o urmă foliară, staminele grupate în mănunchiuri (androceu poliadelf) şi lipsa discurilor nectarifere. Prin aceste caractere se leagă de supraordinul *Malvanae*, dar şi cu derivatele *Asteranae-Theanae*.

În acest ordin mai importantă este fam. *Clusiaceae* (*Hypericaceae*).

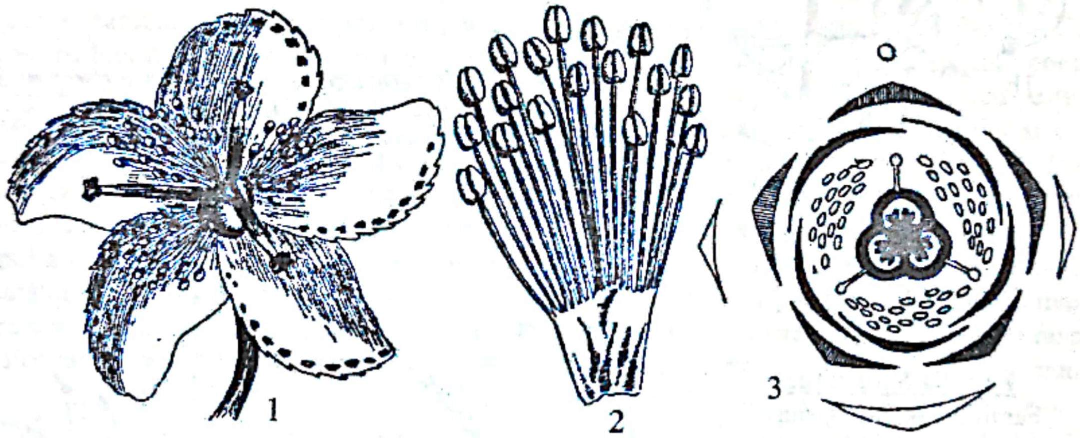


Fig. 385. Floarea şi diagrama florală la *Hypericaceae*: 1 – floarea văzută de sus; 2 – androceul; 3 – diagrama florală (după Soó)

Familia *Clusiaceae* (*Hypericaceae*)

Familia încadrează circa 1350 specii, care sunt grupate în 40-50 genuri, răspândite în zone calde şi temperate ale globului.

Arbori, arbuşti, epifite, liane sau plante erbacee perene sau (mai puţine) unianuale. Frunzele sunt opuse sau, mai rar, alterne şi prevăzute cu rezervoare schizogene în care se află variate secreţii (uleiuri, răşini etc.) vizibile prin transparenţă.

Florile sunt pe tipul 5 (fig. 385), chorisepale sau sinsepale şi corola choripetală. Androceul este poliadelf, fiecare mănunchi format din mai multe stamine. Gineceul este format din 3-5 carpele concrescute, cu placentaţie axilară. Fructul este o capsulă septicidă, uneori bacă sau drupă. Seminţele sunt exalbuminate, uneori cu aril (funicular) sau arilod (micropilar).

$$* K_5C_5A_\infty G_{\underline{(2-5);(1-15)}}$$

A fost pusă în evidenţă cleistogamia şi uneori apomixia (la *Hypericum*).

Genul ***Hypericum*** încadrează circa 400 specii răspândite în zone calde şi temperate ale globului. În România sunt 11 (12) specii: *H. perforatum* (Sunătoare, Pojarniţă) (fig. 386), care este plantă erbacee perenă, cu rizom scurt, din care pornesc numeroase rădăcini adventive. Tulpina, sclerificată la bază şi erbacee în partea superioară, este muchiată şi mult ramificată. În frunze se observă, prin transparenţă, ca nişte puncte (perforaţiuni), glande cu uleiuri şi răşini. Florile sunt galbene-aurii, dispuse la extremitatea tulpinii în cime corimbiforme. Utilizări medicinale au părţile aeriene, formate din vârfurile tulpinilor cu frunze şi flori sau boboci florali (*Hyperici herba*, med.). Sub formă de ceai se utilizează în afecţiuni hepato-biliare, ulcer gastric etc.

Genul ***Clusia*** încadrează circa 100 specii în America tropicală, dintre care numeroase epifite cu rădăcini aeriene.

Alte genuri: ***Calophyllum, Garcinia, Messua***.

12.2. Ordinul *VIOLALES*

Reprezentanţii acestui ordin se caracterizează prin frunze alterne, numeroase ovule în ovare, placentaţie parietală şi endosperm uleios.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Flacourtiaceae, Salicaceae, Violaceae, Passifloraceae*.

Familia *Flacourtiaceae*

Familie care încadrează plante lemnoase cu caractere plesiomorfe: flori radiar simetrice cu numeroase stamine, gineceu superior, alcătuit din 2-10 carpele, în ovar cu numeroase până la 1 ovul.

$* K_{2-15}C_{10-0}A_{\infty}G_{2-10}$

Exemple: ***Pangium edule, Hydnocarpus***.

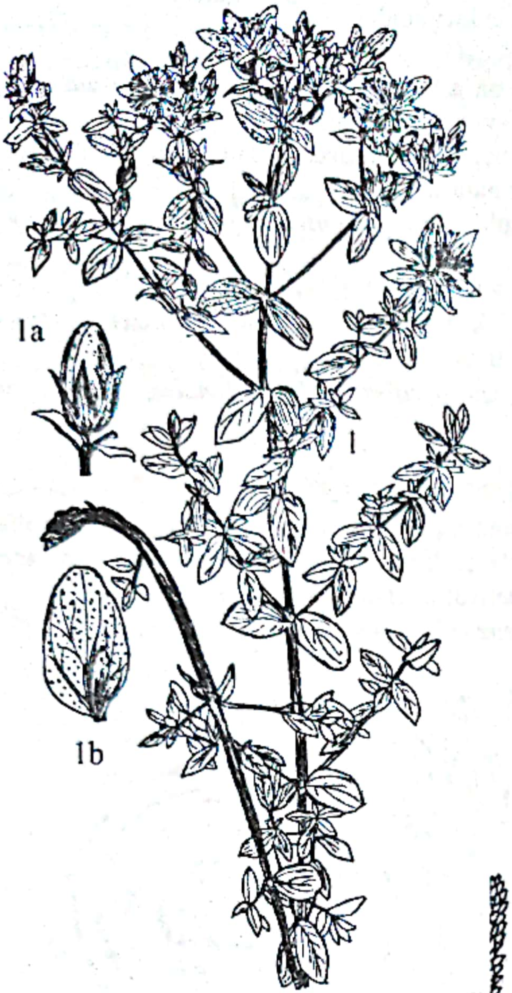


Fig. 386. *Hypericaceae:* 1 – *Hypericum perforatum:* 1 – habitusul general al plantei; 1a – boboc floral cu caliciu; 1b – frunza (după Flora R.P.R.)

Familia *Salicaceae*

Familie cu 3-4 genuri, ce încadrează circa 300 specii răspândite peste tot în Emisfera de Nord temperată.

Sunt arbori sau arbuşti pitici, cu frunze simple, dispuse altern, stipulate. Florile sunt unisexuate, dispuse dioic, grupate în inflorescenţe de tipul amenţilor (mâţişori), atât cele masculine cât şi cele feminine. Gineceul este alcătuit din 2 carpele, în care, după fecundare, în fructul capsulă polispermă, se dezvoltă numeroase seminţe mici, fără endosperm, cu peri lungi pe funicul (puful) cu rol în diseminare, uneori la distanţe apreciabile.

Dioecia asigură polenizarea încrucişată între diferite specii ale aceluiaşi gen şi de aici explicaţia numeroşilor hibrizi în cadrul familiei.

$♂ * P_0A_{2-30}$; $♀ * P_0G_{(2)}$

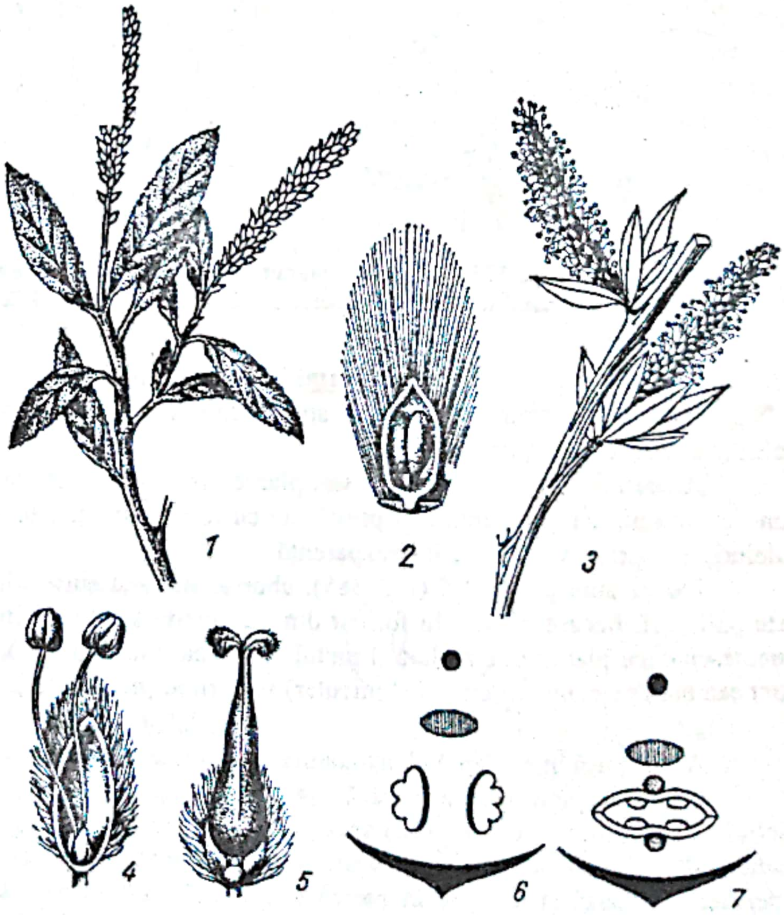


Fig. 387. *Salicaceae:* 1 – *Salix alba* – lăstar cu trofofile şi amenţi feminini erecţi; 2 – secţiune longitudinală în sămânţa cu perişori pe funicul; 4-6 – floarea masculină şi diagrama florală; 5-7 – floarea feminină şi diagrama florală; 3 – *Salix purpurea* - lăstar cu amenţi masculini erecţi (după Soó)

În flora Românici sunt două genuri: *Salix* şi *Populus*.

Genul ***Salix*** (Sălciile) (fig. 387) se caracterizează prin muguri cu un singur solz acoperitor. Amenții, de regulă generală, sunt erecți, iar bracteile de la baza florilor sunt întregi şi prezintă 1-2 glande cu nectar, ceea ce face ca speciile de *Salix* să fie entomofile în ciuda aspectului neatrăgător, pentru insecte, al florilor lor. Florile ♂ au 2-5 stamine.

Speciile de *Salix* (circa 250) sunt răspândite în zone temperate şi reci (până pe vârful munților înalți şi în regiunea arctică), mai rar în zone calde. În România, speciile din zone joase sunt sub formă de arbori: (*S. alba, S. fragilis* ş.a.), în zonele montane ca arbuşti (*S. caprea, S. silesiaca* ş.a.), iar în regiunea alpină subarbuşti pitici de 5-30 cm lungime (*S. retusa, S. reticulata, S. herbacea, S. kitaibeliana* ş.a.).

Unele specii de *Salix* sunt melifere, altele au valoare medicinală, cum este scoarța de la *S. alba* (*Salici cortex*, med.).

Genul ***Populus*** încadrează circa 40-50 specii în zone temperate şi reci, mai rar în regiuni calde ale globului. Se caracterizează prin amenți penduli, flori masculine cu 4-30 stamine, bracteile de la baza florilor sunt adânc divizate şi nu prezintă glande cu nectar, încât polenizarea este anemofilă. Mugurii prezintă cel puțin 3 solzi liberi, neconcrescuți. *P. nigra* (Plopul negru) (fig. 388) este arbore cu ritidomul negricios, adânc brăzdat. Mugurii sunt variați ca formă şi sunt acoperiți cu un clei cu miros aromatic slab. Frunzele sunt rombic-ovate, cu vârful acuminat, verzi primăvara devreme, la ieşire din muguri. Utilizări medicinale au mugurii nedesfăcuți (*Populi gemmae*, med.), lucioşi, ascuțiți la vârf, colectați în februarie-martie. *P. n.* cv. *pyramidalis* (*P. n.* subsp. *pyramidalis*) (Plopul piramidal). Este cultivat ca arbore de aliniament, ce poate atinge vârsta de 200 de ani. Se află numai ca specimene masculine şi deci nu produce „puful" poluant în oraşe. *P.* x *canadensis* (Plop de Canada, Plop negru hibrid) este reprezentat numai prin specimene feminine care produc „puful" poluant în oraşe, în a două jumătate a lunii mai, când se deschid capsulele şi eliberează semințele cu perişori. Se recunoaşte acest hibrid prin frunzele sale deltoide(cu baza retezată), ciliate pe margini şi cu două glande prezente la baza pețiolului, de culoare brun-roşietică la ieşirea din muguri, primăvara devreme. *P. canescens* (Plop cenuşiu, Pluta) are frunze cenuşiu-tomentoase pe dos, slab lobate pe margini. Este frecvent în regiunea de câmpie şi deal, dar nu formează populații numeroase ca *P. nigra*. *P. alba* (Plopul alb) se recunoaşte prin frunzele palmat-lobate, alb-tomentoase pe dos. *P. tremula* (Plopul tremurător) are frunze ± circulare, al căror pețiol turtit se mişcă, împreună cu limbul, la cea mai slabă adiere a vântului. Drajonează puternic şi la mare distanță de planta mamă, încât este foarte răspândit, mai ales ca arbore-pionier al luminişurilor de pădure şi al parchetelor din regiunea de deal şi munte.

Importanța *Salicaceae*- lor. Fac parte dintre esențele de lemn moale, cu utilizări în industria celulozei, la fabricarea chibriturilor, jucării, împletituri pentru industria mică,obiecte de menaj cioplite (albii, linguri etc.) dar şi ca lemn de foc.

Multe sălcii (*S. viminalis, S. fragilis* ş.a.) sau plopi (*P. nigra, P. canescens*) suportă soluri cu apă freatică la suprafață, viiturile din lungul apelor curgătoare şi de aceea le întâlnim în pădurile de luncă (sălcete, plopişuri) şi în crângurile situate pe malurile apelor. Multe specii arbustive de sălcii şi hibrizii lor sunt, la fiecare 2-3 ani tăiate şi servesc la împletiurea coşurilor. Se fac şi culturi în acest sens cu *S. viminalis* (Mlaje), *S. cinerea* (Zălog), *S. purpurea* (Răchită roşie) (fig. 387-3) şi mai ales cu *S. rigida* (Răchita americană) pentru obținerea materiei prime pentru industria mică (obiecte artizanale).

Unele specii sunt melifere (*Salix cinerea, S. caprea* ş.a.) altele au valoare medicinală (*Salix alba, Populus nigra* ş.a.).

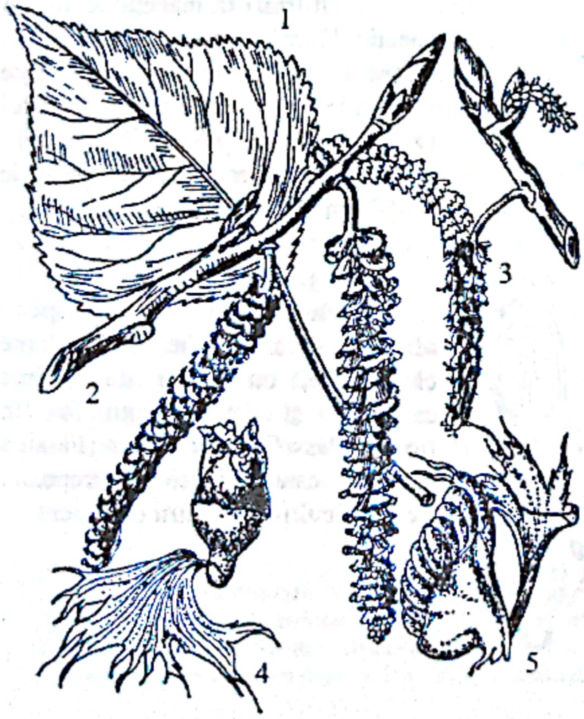


Fig. 388. *Populus nigra:* 1 – trofofile; 2 – lăstar nefoliat cu amenți masculini; 3 – lăstar nefoliat cu amenți feminini; 4 – floarea feminină cu bracteea fimbriată; 5 – floarea masculină cu bracteea fimbriată (după Soó)

Familia *Violaceae*

Familie cu circa 1.000 specii care sunt răspândite în zone temperate și calde ale globului.

Sunt plante erbacee (perene și unianuale), mai rar lemnoase, arbori sau arbuști, cu frunze simple, alterne și stipulate. $^{\circ}|^{\circ} K_5C_5A_5G_{\underline{(3);(5-2)}}$

Florile sunt bisexuate, zigomorfe, solitare sau în inflorescențe. Petala anterioară se prelungește cu un pinten (fig. 389 1, 5) în care pătrund cele două stamine inferioare cu glande nectarifere la bază. Staminele sunt 5, iar gineceul este tricarpelar paracarp, cu numeroase ovule inserate parietal. Stigmatul, la formele chasmogame, prezintă forme caracteristice, ca adaptări pentru polenizarea entomofilă.

Sunt specii entomofile chasmogame și unele cleistogame. Fructul este o capsulă valvicidă (fig. 389-2), uniloculară cu numeroase semințe mici, albuminate, ce prezintă elaiosom și răspândire mirmecochoră.

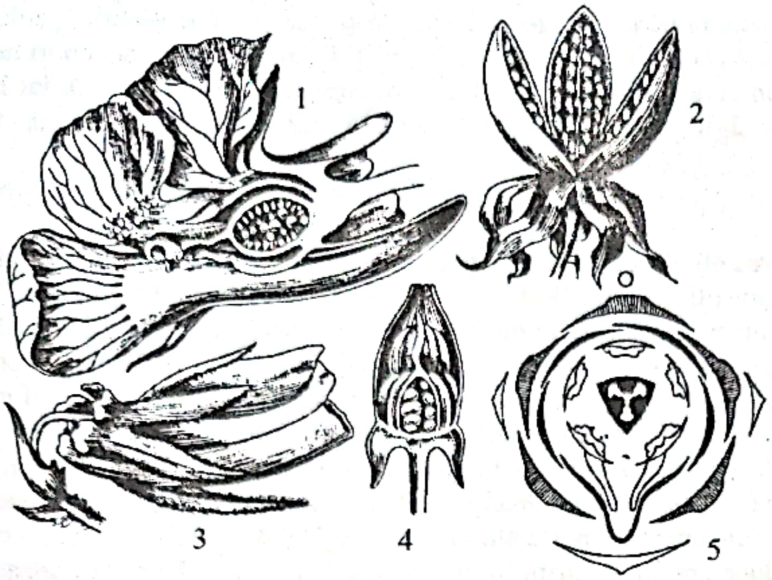


Fig. 389. *Viola tricolor*: 1 – floarea în secțiune longitudinală (valve laterale); 2 – capsulă valvicidă uniloculară plurispermă; 3 – bobocul floral; 4 – *Viola odorata* – secțiune longitudinală în floarea cleistogamă; 5 – diagrama florii de *Viola tricolor* (după Soó)

În flora României se află genul ***Viola*** cu 30 specii și mai mulți hibrizi, dintre cele 500 specii cosmopolite. La florile cleistogame ovarul nu este niciodată complet format. *V. odorata* (Tămâioară, Toporași) și *V. alba* (Viorele albe) sunt specii vernale, frecvente în păduri, tufărișuri în regiunea de câmpie și deal. Au flori cleistogame. *V. biflora* (Viorele galbene) crește pe stânci umede, umbroase, în etajul subalpin. *V.* x *witrockiana* (Panselușa) (fig. 390) este un hibrid cu flori variat colorate, cultivat pentru ornament.

Utilizări farmaceutice au trei specii: *V. tricolor, V. arvensis, V. odorata*, de la care se folosește întrega plantă, cu frunze și flori (*Violae odoratae flos, folium*, med.). *V. arborescens* este un mic arbust de 20-50 cm din zona mediteraneană.

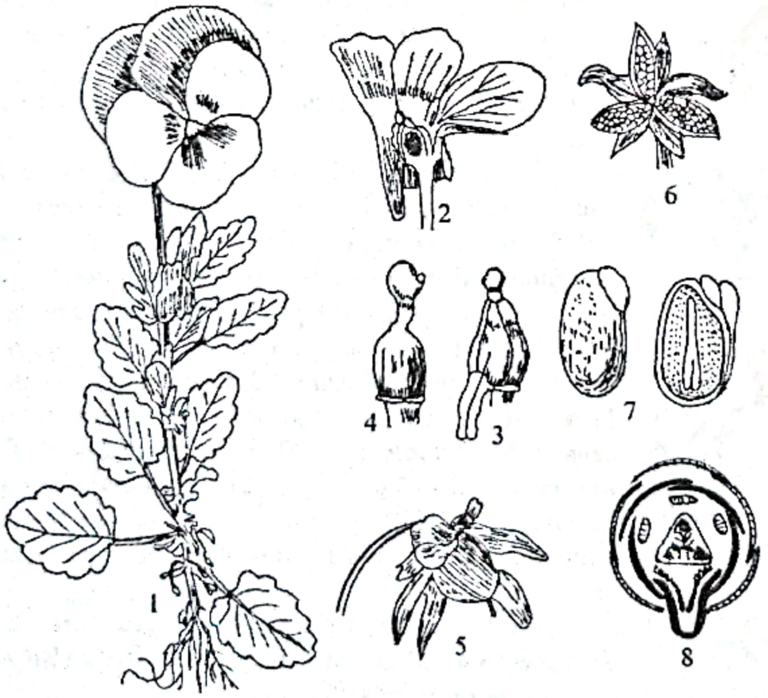
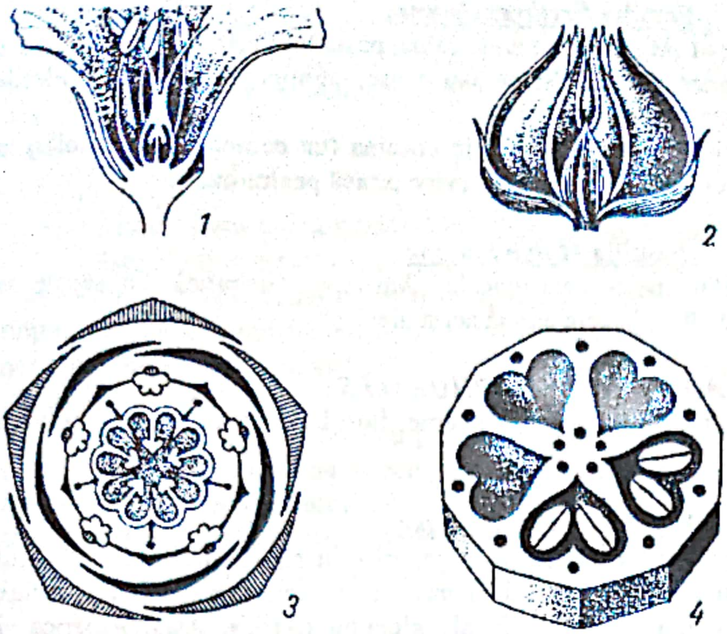


Fig. 390. **Viola x witrockiana:* 1 – habitusul general al plantei; 2 – secțiune longitudinală în floare; 3 – floarea după îndepărtarea petalelor; 4 – gineceul cu stigmatul caracteristic; 5 – fructul cu caliciul persistent; 6 – fructul dehiscent în trei valve, unilocular, cu numeroase semințe; 7 – sămânța cu elaiosom; 8 – diagrama florală

Familia *Passifloraceae*

Familie cu 530 specii africane și americane. Sunt plante cățărătoare, cu cârcei de origine caulinară și cu androginofor în floare. ***Passiflora caerulea*** (Floarea pasiunii) este o specie subtropicală frecvent cultivată pentru ornament.



12.3. Ordinul LINALES

Plante lemnoase până la erbacee perene sau chiar unianuale, care au androceu diplostemon până la haplostemon şi gineceu cu placentaţie centrală cu numai 1-2 ovule în fiecare locul al ovarului (caracter apomorf). Fructele sunt capsule, drupe sau scindabile.

Sistematica. Din acest ordin se vor prezenta familiile: *Linaceae*, *Erytroxylaceae* şi *Malpighiaceae*.

Fig. 391. Floarea şi diagrama florală la *Linum sp.*: 1 – floarea în secţiune longitudinală; 2 – fructul; 3 – diagrama florală; 4 – secţiune transversală în fructul 10 – locular (după Soó)

Familia *Linaceae*

Familie cu circa 300 specii cosmopolite, care lipsesc însă în zonele reci. Sunt plante erbacee perene (mai rar unianuale) sau arbuşti, rareori arbori. Frunze simple, alterne sau opuse, fără stipule.

Flori bisexuate actinomorfe pe tipul 5 (fig. 391). Sepalele 5, sunt libere sau concrescute prin baza lor, persistente pe fruct. Corola este formată din 5 petale libere, rareori concrescute (Linum campanulatum). Androceul este obdiplostemon sau haplostemon, prin transformarea verticilului extern de stamine în staminodii. Gineceul este format din 3-5 carpele concrescute (sincarp) cu 5 loculi, fiecare locul cu 1-2 ovule anatrope. În floare se află şi discuri nectarifere intra- sau extrastaminale. La fructificare, gineceul, respectiv fructul, apare 10-locular, datorită compartimentării fiecărui locul în două jumătăţi printr-un perete fals. Fructul este o capsulă septicidă cu 8-10 seminţe albuminate.

$$\ast\ K_5C_5A_{5+5;0+5}G_{\underline{(3-5)}}$$

Genul **Linum** (Inul) cuprinde 230 specii răspândite în regiuni subtropicale şi temperate, dar mai ales mediteraneene. *L. ussitatisimum* (Inul cultivat) (fig. 392) este plantă unianuală cu frunze înguste şi flori albastre. Este una dintre cele mai vechi plante de cultură. Prezintă în tulpină fibre liberiene textile, iar seminţele, câte 10 în capsula compartimentată, conţin uleiul de in. Uleiul de in are utilizări alimentare, se foloseşte în industria lacurilor şi vopselelor fiind sicativ, dar şi la prepararea unguentelor, datorită vitaminei F pe care o conţine. Utilizări farmaceutice au seminţele (*Lini semen, Lini placentae farina, Oleum Lini*, off.). *L. catharticum* (Ineaţa) are flori albe şi frunze opuse. Se află în pajişti submontane şi montane. Are şi utilizări medicinale. (*Lini catrhartici herba, semen*, med.).

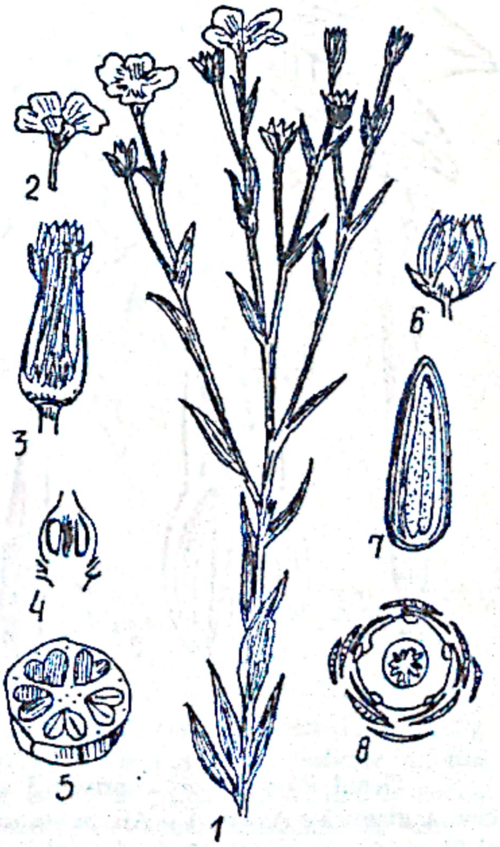


Fig. 392. *Linum usitatissimum:* 1 – habitusul plantei; 2 – floarea; 3 – floarea în secţiune longitudinală: 4 – secţiune longitudinală în ovar; 6 – dehiscenţa denticulată a capsulei; 7 – sământa în secţiune longitudinală; 8 – diagrama florală

Familia *Erythroxylaceae*

Familie cu circa 200 specii ce sunt răspândite în zone calde, peste tot în America. Sunt arbori, arbuşti sau plante suffrutescente, cu frunze simple, alterne sau opuse, cu stipule intraaxilare. Florile sunt pe tipul 5, fără disc nectarifer. Fructul este drupă.

Erythroxylon coca şi alte specii sudamericane conţin cocaina (un complex de alcaloizi) în frunzele lor, care, utilizată abuziv, fără prescripţie medicală, devine otravă pentru inimă.

Familia *Malpighiaceae*

Această familie încadrează 1100 specii neotropicale (America, Australia). Pe sepale se formează glande cu ulei, care ademenesc albinele care adună acest ulei.

12.4. Ordinul *RHIZOPHORALES*

Ordinul încadrează plante cu frunze opuse, rareori alterne, flori bisexuate cu receptaculul în formă de urcior.

Familia *Rhizophoraceae*

Familie cu 130 specii, care, împreună cu alte 20 de genuri (din alte familii), joacă un rol important în alcătuirea mangrovelor, în zonele de litoral al mărilor şi oceanelor cu flux şi reflux continuu (cu valuri nu prea puternice), din zonele calde ale globului (Africa, Asia, America şi Oceania).

Sunt singurele plante lemnoase care trăiesc în ape sărate. Se prezintă ca arbori sau arbuşti cu rădăcini proptitoare, ca nişte catalige, care pornesc de pe ramurile aeriene şi completează astfel fixarea plantei în mâlul sărat al mangrovei. Plantele prezintă şi pneumatofori drepţi, care ies la suprafaţă de pe rădăcini. Din cauza rădăcinilor aeriene proptitoare şi a pneumatoforilor, care formează un desiş, în care mişună numeroase animale nevertebrate şi vertebrate, mangrovele sunt greu de străbătut de către om.

Frunzele sunt opuse sau alterne, simple, fără stipule.

Florile sunt pe tipul 4, grupate în inflorescenţe cimoase axilare. Androceul este diplostemon sau obdiplostemon, alcătuit din 8 sau numeroase stamine. Fructul este, de regulă generală, monosperm, indehiscent, baciform, drupaceu sau achenă. Sământa este albuminată sau exalbuminată.

$$* K_{4-8}C_{4-8}A_{8-\infty}\overline{G_{(2-5)}}$$

Ca adaptare la mâlul sărat al mangrovelor, la aceste plante seminţele germinează în fruct dând naştere unei plantule cu hipocotil lung de 20-30 cm cu rădăcină embrionară, care se înfige rapid în nămolul mangrovei şi generează o nouă plantă apropiată de planta mamă. Acest mod de înmulţire poartă numele de viviparie. În alt mod, sământa cu fructul, căzute în acest mâl sărat, n-ar putea germina.

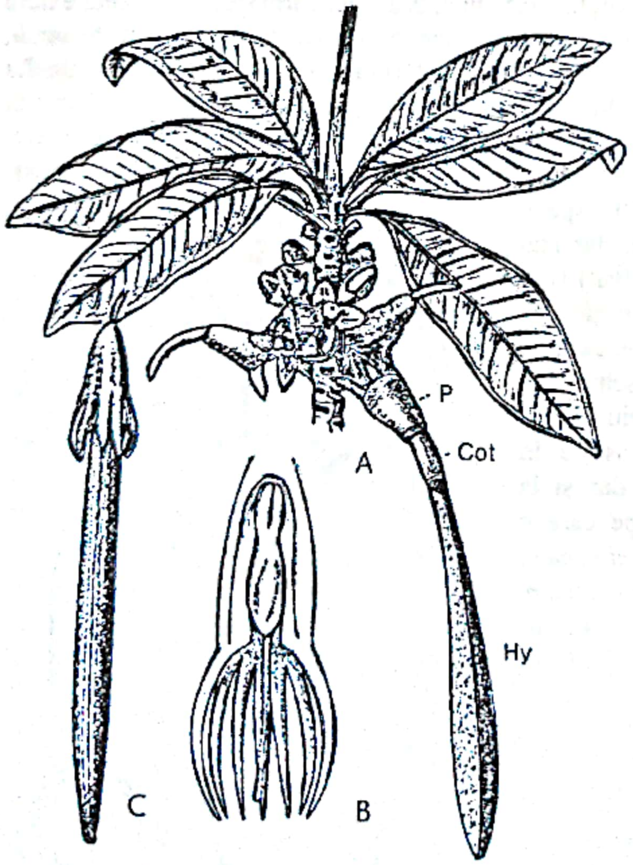


Fig. 393. *Rhizophorales.* A-C – *Rhizophoraceae* cu viviparie; A – *Rhizophora mucronata*: lăstar cu flori şi fructe: P – pericarp; Cot – cotiledoane; Hy – hipocotil; B-C – *Bruguiera gymnorhiza:* fruct tânăr, respectiv matur, întreg şi in secţiune longitudinală (A- după Karsten; B- după Goebel; C- după Troll, din Stasburger, 1999)

Genul ***Rhizophora*** cuprinde 3 specii: *Rh. mangle* participă la alcătuirea mangrovelor pe coasta atlantică a Americii şi Africii vestice. Scoarţa este bogată în tanin. *Rh. mucronata* (fig. 393-A) şi *Rh. conjugata* sunt răspândite în mangrovele de pe coasta pacifică (Asia tropicală şi Africa estică).

Genul ***Bruguiera*** (fig. 393-B) cuprinde 5 specii, de asemenea, de mangrove din Asia, Africa şi Australia.

Alte genuri: ***Kandelia, Ceriops***.

12.5. Ordinul *EUPHORBIALES*

Familia *Euphorbiaceae*

Familie mare (circa 8.000 specii) şi eterogenă (probabil polifiletică), larg răspândită pe glob.

Plantele sunt erbacee, dar şi puţine lemnoase, cu latex în organele lor. Habitusul plantelor este foarte variat, de la erbaceu la cel lemnos, dar şi la cel de cactus (convergenţă cu cactaceele), dar şi tulpini aeriene de tipul filocladiilor, ca urmare a adaptării la condiţiile de uscăciune îndelungată. În acest caz trofofilele sunt reduse sau transformate în spini şi funcţia de fotosinteză o preiau axele lăstarilor, lăţite în formă de filocladii.

Florile sunt unisexuate cu periant simplu sau dublu (la specii tropicale ca ***Jatropha, Croton*** ş.a.), ovarul este totdeauna tricompartimentat cu 1 (-2) ovule în fiecare compartiment (de aici denumirea mai veche a ordinului: *Tricoccae*). Florile nu sunt solitare, ci grupate în inflorescenţe complexe şi variate, deseori, greu de interpretat. Pot fi dispuse dioic (la *Mercurialis sp.*) sau, cel mai adesea, monoic. Un periant dublu prezintă florile de la planta oleaginoasă tropicală *Jatropha curcas* şi multe specii tropicale de *Croton*.

Periant simplu se află la genul ***Mercurialis***, cu flori dispuse dioic şi polenizate prin intermediul vântului. Periantul este alcătuit din 3 tepale. Florile masculine au un număr mare de stamine, cele feminine, în afara ovarului (cu 2-3 compartimente) posedă şi 3 stamine, care reprezintă un rudiment al celui de-al doilea sex.

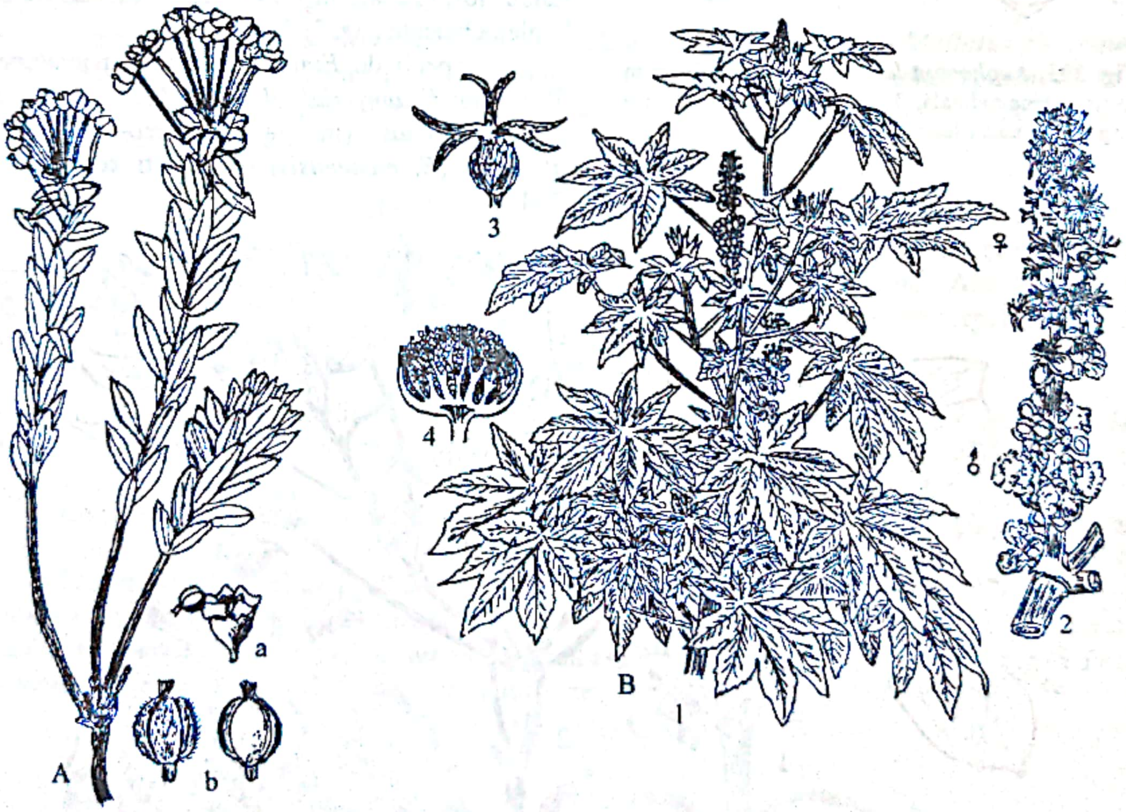


Fig. 394. A – *Euphorbia stepposa:* a – pseudantiul (cyathium); b – fructul; B – *Ricinus communis*: 1 – fragment de lăstar cu inflorescenţă; 2 – inflorescenţa la bază cu flori ♂ şi la vârf cele ♀; 3 – floarea feminină; 4 – floarea masculină

Flori asemănătoare, unisexuate, dar dispuse monoic, are şi ***Ricinus communis*** (Ricinul) (fig. 394-B). Florile masculine au periantul alcătuit din 5 tepale şi stamine cu filamente ramificate în formă de arbust. În Africa tropicală ricinul se prezintă ca arbore cu frunze palmat-fidate, însă în zonele temperate (şi la noi) are aspect de plantă erbacee unianuală robustă, cu tulpina frutescentă. Din seminţe se extrage un ulei important economic, pentru ungerea motoarelor. Uleiul de ricin are şi valoare farmaceutică (*Oleum Ricini, Ricini semen*, off.), fiind un purgativ puternic.

Flori individuale extrem de simplificate se află la genul ***Euphorbia*** (Aliorul), cu specii atât erbacee cât şi cu aspect cactiform (*E. resinifera* din Maroc), cu tulpină suculentă şi frunze reduse, ca adaptare la seceta din savane şi deşerturi. Are florile unisexuate, dispuse monoic, care sunt unite în pseudantii specifice numite cyathii. Fiecare cyathium constă dintr-o floare feminină centrală, cu peduncul lung, fără periant (la majoritatea speciilor) şi îndoită în jos. Aceasta este înconjurată de cinci grupe de flori masculine (monochazii), de asemenea, pedunculate şi fără periant. Fiecare monochaziu este redus la o singură stamină, reliefată faţă de peduncul, printr-o gâtuitură. Această gâtuitură este indiciul aproape sigur că stamina este o floare masculină redusă la extrem. Întrega inflorescenţă, cu floarea feminină centrală şi florile masculine dispuse de jur împrejurul acesteia, este închisă, de jur împejur, de 5 bractei (ale inflorescenţelor parţiale masculine), concrescute sub forma unei cupe, numită cyathium, de la care a derivat denumirea inflorescenţei elementare. Pe buza superioară a cupei se află glande nectarifere eliptice sau semilunare. Aceste cyathii sunt, la rândul lor, grupate în inflorescenţe dichaziale până la pleiochaziale (fig. 395).

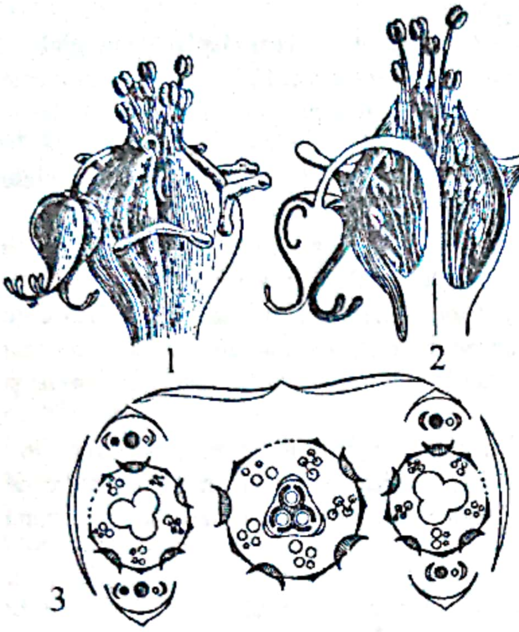


Fig. 395. *Euphorbia lathyris:* 1-2 – cyathium în secţiune longitudinală; 3 – dichaziu din 3 cyathii – diagrama florală (după Firbas)

Specii de *Euphorbia* mai des întâlnite în România: *E. amygdaloides* (în păduri de foioase), *E. cyparissias* (în pajişti mezo-xerofile), *E. stepposa* (*E. nicaeensis*) (în pajişti xerofile) (fig. 394 1-4).

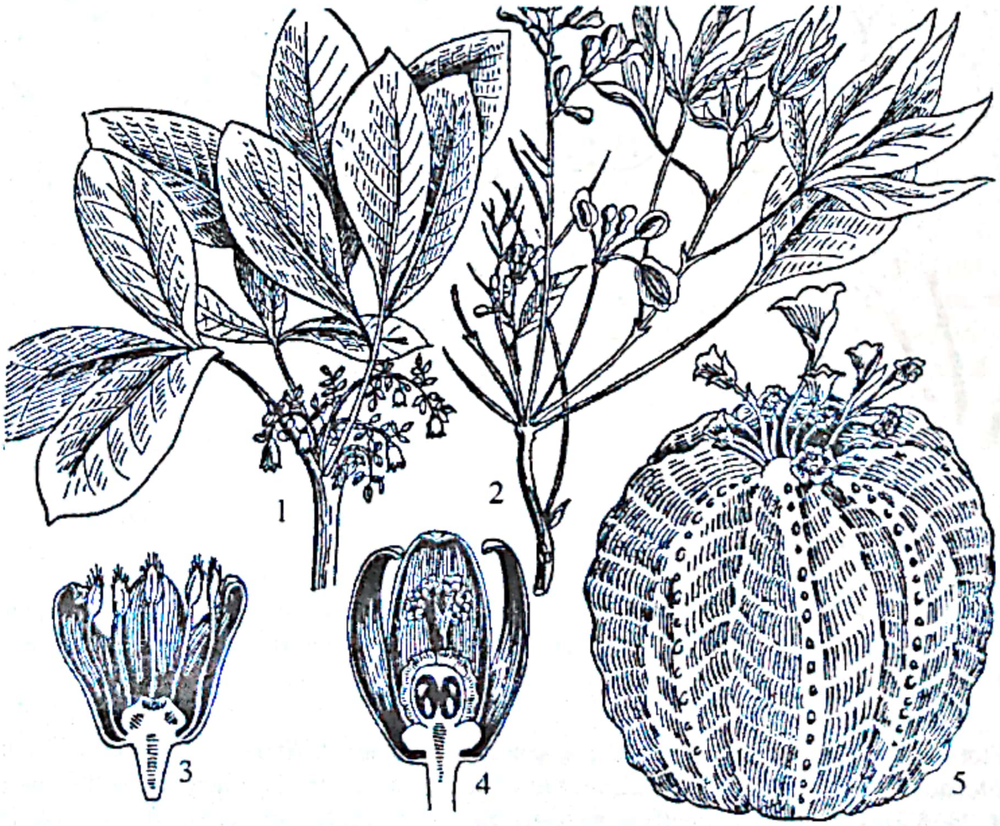


Fig. 396. *Hevea brasiliensis:* 1 – fragment de lăstar cu trofofile şi flori; 2 – *Manihot utilissima* – lăstar cu şi fructe; 3 şi 4 – flori masculine şi feminine în secţiune longitudinală; 5 – *Euphorbia meloformis* (după Soó)

La genul înrudit, ***Anthostema***, din Senegal, florile masculine au, la locul gâtuiturii pedunculului, un înveliş floral simplu, ceea ce dovedeşte că stamina reprezintă o floare ♂ redusă.

Inflorescenţa cyathium dovedeşte, astfel, cum pot rezulta pseudantii din gruparea florilor unisexuate. La polenizarea prin insecte, ciathiile se comportă ca flori bisexuate. Această dezvoltare a florilor este legată de întoarcerea de la anemofilie la entomofilie. Cyathiile au fost denumite de Linné „flori hermafrodite".

Fertilizarea se realizează prin obturator, o hipertrofiere a ţesutului placentei, care acoperă micropilul şi serveşte la conducerea şi hrănirea tuburilor polinice.

Fructele sunt capsule, ai căror pereţi se desprind complet de coloana centrală şi eliberează seminţele.

Anatomia testei seminţei este atât de diferită la genurile de *Euphorbiaceae*, încât s-a pus problema împărţirii şi repartizării acestora la 2 ordine diferite: *Violales* şi *Linales*.

Multe euforbiacee conţin în organele lor un latex (uneori otrăvitor) dar şi cu valoare economică, servind la extragerea cauciucului. Cei mai importanţi arbori furnizori de cauciuc natural sunt: ***Hevea brasiliensis*** (Arborele de cauciuc) (fig. 396) originar din pădurile Amazonului, astăzi cultivat în diferite ţinuturi tropicale. De la acesta se obţine „paracauciucul", care ocupă primul loc în comerţul mondial; ***Manihot glaziovii***, originar din Brazilia, furnizează „cearacauciucul". ***M. esculenta*** (= *M. utilissima*) – Maniocul ierbos. Este originar din America tropicală, însă datorită tuberculilor săi bogaţi în amidon, se cultivă peste tot la tropice. Această plantă furnizează amidonul „Cassava" (= yucca sau tapioka). Planta atinge înălţimea de 3 m. Din tuberculi se extrage o făină alimentară.

Genul ***Croton*** cu circa 600 specii tropicale şi subtropicale. Unele se cultivă în zone temperate ca plante ornamentale de interior. Din *C. tiglium* se extrage „oleul de Croton", cel mai puternic purgativ, doza maximă fiind o picătură (0, 05g.). Centrul mondial de cultură al acestuia este Grădina Botanică din Bengal (India).

Alte specii: ***Sapium sebiferum*** din Asia sudică, este bogat în saponine; ***Mallotus philipinensis*** din Indo-Malaezia are utilizări medicinale (*Kamala depuratum*, off.); ***Phyllanthus speciosus***, la care se află filocladii; ***Poinsettia pulcherrima*** – se cultivă şi la noi în sere ca plantă ornamentală; ***Aleurites sp.***, ***Ricinodendron sp***. ş.a.

4.13. Supraordinul *CELASTRANAE* s. str.

Acest ordin se deosebeşte de *Violanae*, cel mai adesea, prin frunze opuse şi tendinţa de a forma androcee haplostemone (datorită dispariţiei verticilului interior de stamine). Alte caractere cum ar fi discuri nectarifere, adesea extrastaminale, şi numărul redus de ovule (1-2) pe carpelă, concordă în parte.

13.1. Ordinul *CELASTRALES*

Acesta încadrează familii preponderent tropical-lemnoase: *Brexiaceae*, *Celastraceae*, dar şi *Parnassiaceae* din emisfera nord-temperată.

Familia *Brexiaceae*

Ca exemplu este specia *Brexia madascariensis*, care prin unele caractere se leagă de *Rosanae*.

Familia *Celastraceae*

Familia cuprinde circa 1000 specii cosmopolite (fără regiunea arctică). La noi se află arbuştii indigeni din genul ***Euonymus***: *E. europaea* (Salba moale) (fig. 397) cu seminţe negre înconjurate de un arilus viu colorat în roşu-oranj. *E. verrucosa* (Salba râioasă) ş.a. sunt frecvente în păduri de foioase. *E. japonica* se cultivă, pentru ornament, în spaţii verzi.

$$* K_{4,5}C_{4,5}A_{4,5}G_{\underline{(2-5)}}$$

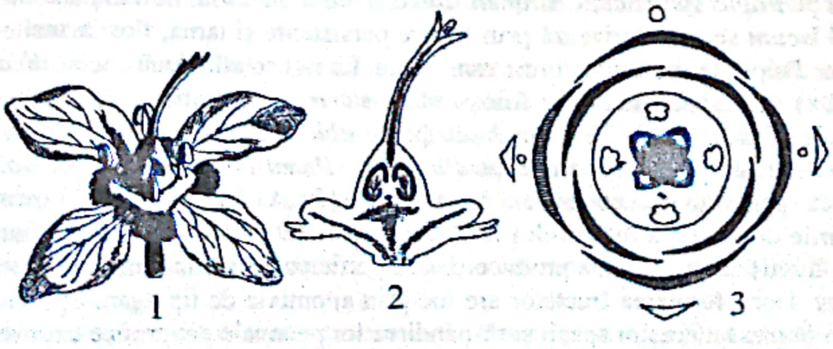


Fig. 397. *Euonymus europaeus:* 1 – floarea; 2 – secţiune longitudinală în floare; 3 – diagrama florii (după Soó)

Familia *Parnassiaceae*

Între *Celastranae*, aceasta reprezintă o linie de evoluție erbacee, nord-emisferică temperată. Florile prezintă staminodii rezultate din cercul interior de stamine.

Genul ***Parnassia*** încadrează 15 specii din emisfera de nord temperată. *P. palustris* (Șopârliță albă). Crește în lungul pâraielor de munte. Prezintă frunze întregi și o singură floare albă, terminală.

4.14. Supraordinul *SANTALANAE*

Încadrează ordinele: *Santalales* și *Balanophorales*.

14.1. Ordinul *SANTALALES*

Se caracterizează prin simplificarea periantului, haplostemonie predominantă, reducerea progresivă a structurii ovulelor, inițial încă bitegminate și ± crasinucelate.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Olacaceae, Santalaceae* și *Loranthaceae*.

Familia *Olacaceae*

Familia încadrează circa 200 specii tropicale cu caractere de inferioritate: periant alcătuit din caliciu și corolă și androceu diplostemon. Sunt plante parțial autotrofe.

Exemplu: genul ***Ximenia***.

Familia *Santalaceae*

Familie ce încadrează circa 500 specii din zone calde și temperate ale globului. Prezintă caractere mai puternic derivate: preponderent semiparazite verzi, cu rădăcini în sol, de pe care pornesc haustori, cu care absorb de la plante gazdă numai apa cu ionii minerali.

Santalum album din Indo-Malaezia furnizează vestitul „lemn de santal", cu miros plăcut datorită uleiurilor eterice. Din acesta se extrag substanțe cu valoare medicinală.

În flora României se află câteva specii erbacee ale genurilor ***Thesium*** (Măciulie) și ***Comandra***.

Familia *Loranthaceae*

Familia încadrează circa 1.000 specii cosmopolite, dar răspândite mai ales în regiunile intertropicale.

Sunt arbuști mici, semiparaziți pe axele lăstarilor de la arbori foioși sau rășinoși. De regulă generală, trăiesc epifitic, pe plante lemnoase și corepunzător, prezintă haustori, care reprezintă rădăcini adventive puternic modificate, cu rol de absorbție a apei cu ionii minerali din țesuturile gazdei.

Frunzele sunt simple, opuse sau verticilate, coriacee, fără stipule, uneori reduse la scvame.

Florile sunt unisexuate, actinomorfe, grupate în inflorescențe racemoase sau cimoase, dispuse axilar. Ovulele, cel mai adesea, sunt complet cufundate în placentă. Fructul este baciform sau drupaceu, la care partea cărnoasă provine din receptaculul florii. Fructele sunt lipicioase, datorită unei substanțe vâscoase, secretată de receptacul, care ajută la diseminare epizoochoră prin intermediul păsărilor (se prind pe cioc sau picioarele acestora).

În România se află specii ale genurilor *Loranthus* și *Viscum*.

$$♂ * [P_{2+2;3+3}A_{4,6}]$$
$$♀ * [P_4G_{(2)}]$$

Genul ***Loranthus*** prezintă frunze căzătoare iarna și flori pedicelate, în inflorescențe racemiforme laxe. Baca este galbenă. *L. europaeus* (Vâscul de stejar) este semiparazit pe specii de *Quercus*, uneori pe *Fagus sylvatica, Castanea sativa, Tilia tomentosa, Betula pendula*.

Genul ***Viscum*** se caracterizează prin frunze persistente și iarna, flori ± sesile, în inflorescențe dichaziale dense. Tulpinile sunt dichotomic ramificate. La noi se află două specii: *V. album* (Vâscul de foioase) (fig. 398) specializat pe arbori foioși: plop, salcie, carpen, măr, păr, prun, tei, frasin, arțar, salcâm; ***V. laxum*** (Vâscul de conifere) cu 2 subspecii: ***abietis*** (Vâscul de brad), care crește pe *Abies sp.*; ***laxum*** (Vâscul de pin), care crește pe *Pinus sp.*, *Picea abies, Larix decidua*. La toate aceste specii și subspecii, periantul este concrescut cu staminele $[P_{4,6}A_{4,6}]$ și respectiv cu ovarele $[P_4G_{(2)}]$.

Cercetările de biologia înfloritului la *Viscum* au arătat că sunt mai multe flori feminine decât masculine și că fructificarea se poate produce și fără participarea grăunciorilor de polen de la puținele plante masculine. Deci, formarea fructelor are loc prin apomixie de tip agamospermie, asigurându-se astfel înmulțirea în masă a acestor specii și răspândirea lor pe areale geografice extinse.

Ramurile cu frunze de *Viscum album* (*Visci stipes, folia*, med.) au utilizări medicinale ca hipotensor şi coronarodilatator, însă numai sub supraveghere medicală. Extractele de vâsc sunt interesante prin conţinutul lor în viscotoxine, care frânează dezvoltarea tumorilor.

Genul ***Phoradendron*** încadrează circa 300 specii parazite americane.

14.2. Ordinul *BALANOPHORALES*

Încadrează specii holoparazite care nu sunt verzi şi aparţin la două familii: *Balanophoraceae* şi *Cynomoriaceae*.

Familia *Balanophoraceae*

Aceasta încadrează peste 100 specii din zone tropicale şi temperate ale globului. Exemple: genul ***Balanophora*** ş.a.

Familia *Cynomoriaceae* cuprinde 2 specii, dintre care mai cunoscută este ***Cynomorium coccineum*** (Buretele maltez) creşte şi în regiunea mediteraneană, în terenuri sărăturate.

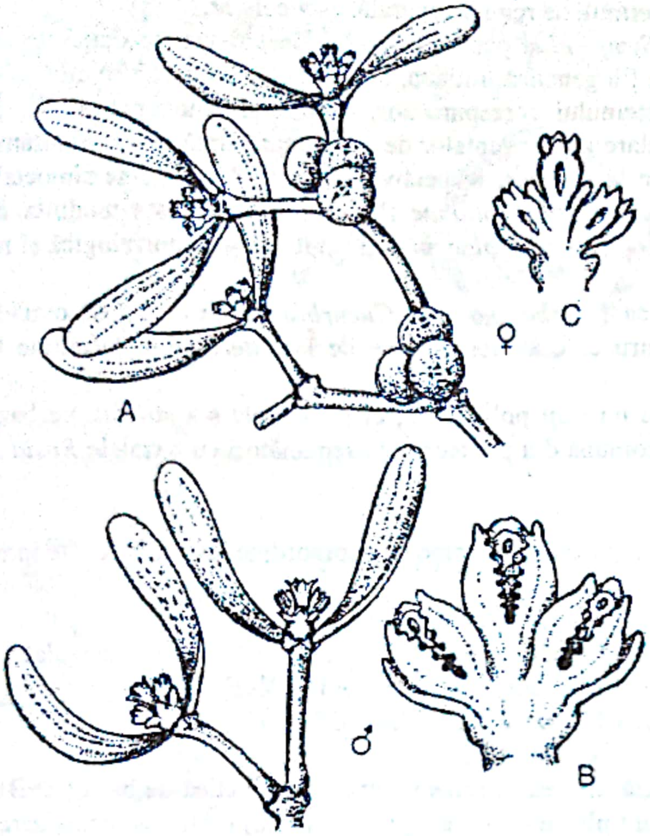


Fig. 398. *Loranthaceae*: 1 – *Viscum album:* A – lăstari cu flori ♂ şi respectiv ♀; B – dichaziu ♂ şi respectiv ♀ cu câte 3 flori (secţiune longitudinală). La flori periantul este concrescut cu staminele [P_4A_4] şi respectiv cu ovarul [$P_4G_{(2)}$] (după Firbas)

2.5. Subclasa *ASTERIDAE* s. lat.

Aceste plante reprezintă cele mai evoluate *Rosopsida*.

Cu 120 familii şi peste 70.000 specii reprezintă cea mai mare subclasă a angiospermelor. Sunt larg răspîndite pe Terra, în toate mediile de viaţă. Prezintă caractere apomorfe progresive atât în sfera vegetativă cât şi reproducătoare, dar şi sub aspect biochimic.

Formele de viaţă preponderente sunt cele erbacee, atât perene cât şi anuale (bi- sau unianuale). Caracteristicile plesiomorfe ale *Rosposida* iniţiale, cum ar fi traheele (vasele) cu pereţi străpunşi în formă de scară (scalariforme), acidul elagic ş.a. dispar la *Asteridae*. De asemenea, în tuburile ciuruite se află numai plastide de tip S.

În locul galotaninelor şi elagitaninelor apar treptat şi se generalizează substanţe bioactive de tipul iridoidelor şi anume indolalcaloizi şi steroidalcaloizi, poliacetilene şi sesquiterpenlactone. Printre altele, iridoidele sunt substanţele chimice care provoacă înegrirea plantelor după uscare.

Floarea prezintă tendinţă vădită de minimalizare şi de trecere de la simetria radiară la cea zigomorfă (dorsiventrală).

Asemănător cu *Rosidae*- le şi *Asteridae*- le prezintă flori ciclice, preponderent pe tipul 5 de organizare. Periantul este alcătuit din caliciu şi corolă, însă totdeauna androceul este alcătuit numai dintr-un verticil de stamine. Deci, la acestea, a avut loc o trecere de la pentaciclie la tetraciclie.

Datorită activării mai timpurii sau târzii a meristemului se ajunge la concreşterea congenitală a petalelor prin marginile lor (şi adesea şi cu staminele), de la care a derivat denumirea iniţială (încă şi acum utilizată) de *SYMPETALAE*.

Numai la puţine ordine bazale apare şi poliandria secundară, iar regula generală este androceul haplostemon.

Carpelele sunt aproape totdeauna concrescute (gineceu coenocarp) şi concomitent a avut loc reducerea progresivă a numărului acestora în floare. Gineceele sincarpe şi paracarpe trec de cele mai multe ori, de la poziția superioară la cea inferioară. Se micșorează numărul de ovule în loculii ovarului, dar și structura lor, încât acestea devin unitegminate și tenuinucelate (nucela este alcătuită din puține straturi de celule și fără celula de acoperire).

Semințele nu prezintă aril, iar endospermul, de regulă generală, este celular.

Asteridae- le s. lat. cuprind fostele *Sympetalae* penta- și tetraciclice. Astăzi se cunoaște că, simpetalia, respectiv choripetalia au o valoare filogenetică limitată, deoarece ele pot trece, relativ ușor, una în alta prin activarea genetică a meristemului corespunzător, în timpul ontogeniei florii. În sprijinul acestei ipoteze vin și analize moleculare ale secvențelor de ADN, care arată raporturi strânse de înrudire între ordine choripetale (încadrate la *Rosidae,* respectiv *Dilleniidae*) cu ordine simpetale dintre *Asteridae*, cum ar fi *Cornanae, Theanae* sau *Aralianae* (la care se manifestă tendința de simpetalie). De aceea, termenii de *Choripetalae* și *Sympetalae* au mai mult valoare morfologică și nu sistematic-filogenetică.

Între simpetale există unele ordine (ca *Plumbaginales* și *Cucurbitales*) la care însă ovulele sunt bitegminate și crasinucelate, motiv pentru care au fost scoase de la *Asteridae* și încadrate la *Caryophyllidae*, respectiv *Rosidae* s. lat.

În ciuda diversității lor, *Asteridae*- le nu sunt polifiletice, ci pentru ele s-a stabilit, pe baza secvențelor de ADN, o origine monofiletică comună din predecesori asemănători cu bazalele *Rosidae* și anume *Saxifraganae* și *Violanae*.

Sistematica. Subclasa *Asteridae* este împărțită în 4 grupe de supraordine, evolutiv legate între ele:

Grupa A: Supraordinul: *CORNANAE*
Grupa B: Supraordinele*: THEANAE, ERICANAE, PRIMULANAE*, diferite ordine izolate
Grupa C: Supraordinele: *GENTIANANAE, SOLANANAE, LAMIANAE*
Grupa D: Supraordinele: *DIPSACANAE, ARALIANAE, ASTERANAE*

Fostele simpetale-pentaciclice formează în această schemă grupa parafiletică de bază (A+B). Prezintă următoarele caractere plesiomorfe: sunt plante lemnoase (în majoritate) cu frunze nedivizate, flori radiar simetrice, petale în parte încă libere, neconcrescute, androceu încă diplostemon, uneori poliandrie secundară, grăuncioarele de polen preponderent cu 2 nuclei, ovule încă nereduse complet, adică unitegminate, dar crasinucelate, endosperm frecvent nuclear.

5.1. Supraordinul *CORNANAE*

Din punct de vedere morfologic, dar și filogenetic, supraordinul este eterogen și reprezintă grupa bazală a *Asteridae*- lor. Se aseamănă în multe privințe cu *Rosidae*- le lemnoase dintre *Saxifraganae*.

Sunt plante lemnoase la care florile prezintă corole ± choripetale, stamine (de cele mai multe ori) libere, ovule unitegminate, dar de cele mai multe ori crasinucelate, haustori ai endospermului ș.a.

Apar substanțe bioactive derivate, de superioritate, cum sunt iridoidele, dar sunt prezente și cele caracteristice *Rosidae*- lor, ca acidul elagic și substanțele tanante.

Sistematica. Supraordinul încadrează ordinele: *Cornales, Garryales, Eucomyales, Hydrostachyales.*

1.1. Ordinul *CORNALES*

Acesta încadrează familiile: *Hydrangeaceae, Mastixiaceae, Nyssaceae* și *Cornaceae.*

Familia *Hydrangeaceae*[*]

Reprezentanții sunt arbuști sau subarbuști, cu frunze simple dispuse opus și cu nervațiune penată. Alte caractere, prin care familia ocupă o poziție bazală în cadrul ordinului, sunt: gineceu superior cu carpelele parțial concrescute, androceu cu poliandrie secundară cu 2 verticile de stamine.

Genul ***Hydrangea*** (Hortensia) încadrează specii cu răspândire în Emisfera de Nord temperată (excluzând Europa). La noi sunt cultivate pentru ornament: *H. macrophila* (*H. opuloides*), *H. arborescens* ș.a

Genul ***Philadelphus*** (Falsa Iasomie) cu specii arbustive ornamentale, cu flori ochroleuce, puternic și plăcut mirositoare (*Ph. coronarius*) sau albe nemirositoare (*Ph. inodorus*) ș.a.

---

[*] A fost încadrată, de regulă generală, la *Saxifragales*

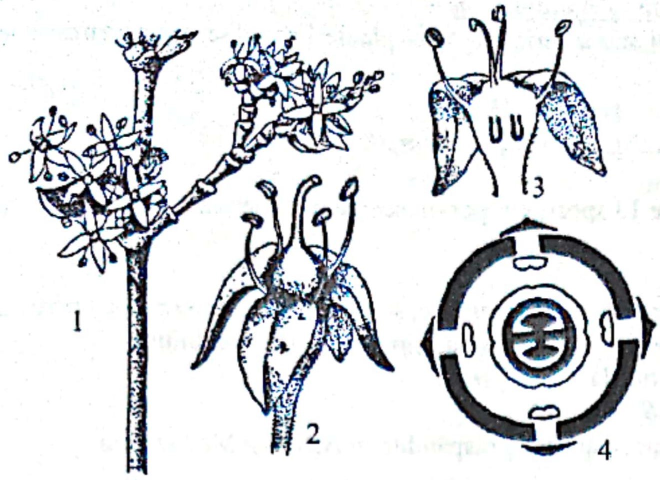


Fig. 399. *Cornus mas:* 1 – lăstar nefoliat cu flori; 2 – floarea; 3- secțiune longitudinală în floare; 4 – diagrama florii (după Soó)

Genul ***Deutzia*** cu specia mai frecvent cultivată pentru ornament *D. scabra*, arbust de origine asiatică cu flori albe, nemirositoare. Florile, grupate în inflorescențe racemiforme alungite, se mențin timp de circa o lună de zile.

Familia *Mastixiaceae* cu 13 specii relictare răspândite în S-E Americii de Nord și Asiei.

Familia *Nyssaceae* cu 8 specii.

Ambele familii au fost bine reprezentate în terțiarul Europei. Uneori sunt tratate ca subfamilii la *Cornaceae* s. lat.

Familia *Cornaceae* s. str.

Aceasta încadrează 45 specii cu caractere mai puternic apomorfe față de familiile anterioare. Gineceu din 4-2 carpele complet concrescute și frunze opuse. Încadrează atât specii lemnoase (arbori sau arbuști) dar și specii erbacee derivate, hemicriptofite (cum sunt *Cornus canadensis* și *C. suecica*)

$$* \ K_4C_4A_4G_{\underline{(2)}}$$

Genul ***Cornus*** încadrează specii larg răspândite pe glob. În România sunt două specii arbustive spontane: *C. mas* (Cornul) (fig. 399) cu flori galbene care apar înaintea frunzelor. Fructele lui, drupe roșii-purpurii, sunt comestibile, dar și cu utilizări în medicina empirică. Este iubitor de căldură și se află în păduri de foioase, pe versanți însoriți. *C. sanguinea* (Sângerul) are flori albe, care apar mai târiu, după înfrunzire. Este frecvent în păduri rare de foioase.

Genul ***Aucuba*** cu specia *A. japonica* care este plantă est-asiatică cultivată pentru ornament.

La *Cornales* au afost atașate familii (sau ordine) înrudite, cu unele caractere puternic derivate, care aruncă punți de legătură spre *Asteridae*- le superioare.

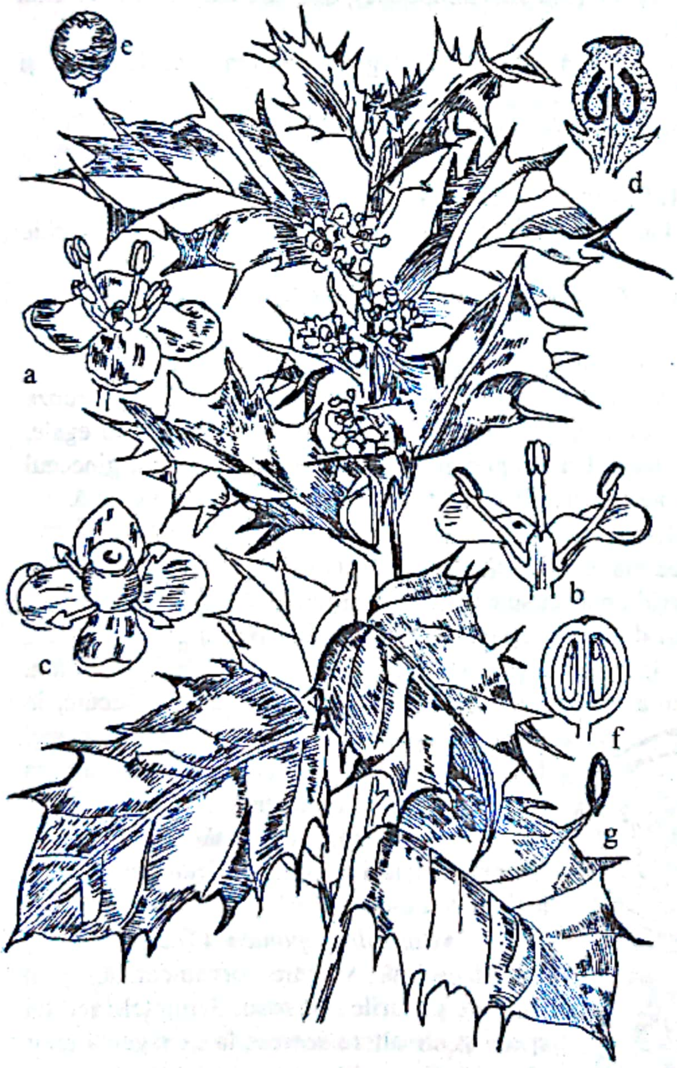


Fig. 400. *Ilex aquifolium* – lăstar cu frunze și flori; a și b – flori ♂; c – floare ♀; d – gineceu în secțiune longitudinală; e și f – fructul; g – sămânța (după Emberger)

Familia *Aquifoliaceae*

Încadrează 420 de specii. Reprezentanții au corole slab simpetale, un verticil de stamine și gineceu alcătuit din 4 carpele concrescute. $* \ K_{4\text{-}5}C_{4\text{-}5}A_{4\text{-}5}G_{\underline{(2\text{-}4)}}$

Genul ***Ilex***: *I. aquifolium* (Laur) (fig. 400) este o tufă sau arbore veșnic verde și cu fructele roșii. Crește și în România în Pădurea Zimbru (Dosul Laurului) – Arad; *I. paraguariensis* se află în America de Sud.

Familia *Escaloniaceae*

Această familie încadrează 60 specii sud-americane. Sunt plante lemnoase sempervirescente, uneori cultivate şi în zona temperată.

$$*K_5C_5A_5G_{\overline{(5-2)}}$$

Prin caracterele lor sunt apropiate de *Dipsacanae* şi *Aralianae*.

1.2. Ordinul *GARRYALES* cuprinde 13 specii sempervirescente în America de Nord.

Genul ***Garrya*** ş.a.

şi

1.3. Ordinul *EUCOMYALES* cu genul ***Eucomya***, asiatic, sempervirescent. Se poate urmări la acesta o tendinţă de reducere a florilor şi trecerea la polenizarea prin intermediul vântului.

Ambele ordine au fost încadrate anterior la *Amentiferae*.

1.4. Ordinul *HYDROSTACHYALES*

Genul ***Hydrostachys*** încadrează 22 specii acvatice răspândite în Africa şi Madagascar.

5.2. Supraordinul *THEANAE* s. str.

Acesta încadrează plante preponderent lemnoase, răspândite mai ales în zone tropicale până la cald temperate.

Cuprinde genuri şi specii încă ± choripetale (sau slab simpetale), din care cauză anterior erau încadreate la *Dilleniidae*. Nu prezintă iridoide.

După datele de morfologie a ovulului (cu două până la un integument şi tenuinucelate), dar şi de biologie moleculară rămân însă încadrate la *Asteridae*.

Sistematica. Suproardinul cuprinde ordinele: *Theales, Lecythidales* şi *Sarraceniales*.

2.1. Ordinul *THEALES*

Acesta încadrează arbori, arbuşti sau liane cu flori pentamere tetraciclice. Gineceul are poziţie superioară, polenul se împrăştie ca granule individuale.

Sistematica. Ordinul cuprinde familiile: *Theaceae, Actinidiaceae* şi *Clethraceae*.

Familia *Theaceae*

Reprezentanţii sunt arbori sau arbuşti sempervirescenţi, tropicali şi subtropicali, cu frunze coriacee, simple, dispuse altern. Florile sunt solitare, de regulă generală bisexuate, cu petale egale, libere, dispuse încă în spirală sau slab unite la bază. Uneori prezintă poliandrie secundară, iar gineceul este format din 2-5 sau, uneori, 2-10 carpele concrescute. Fructul este o capsulă sau o drupă uscată.

$$*K_{4-7}C_{4-\infty}A_{\infty-5}G_{\underline{(3-5)};\underline{(2-3)}}$$

Genul ***Camellia*** (= *Thea*) cu specia cea mai cunoscută *C. sinensis* (fig. 401) (Arbustul de ceai, Ceaiul chinezesc). Este originar din China meridională şi se cultivă în mai multe ţări din Asia de S-E. Este arbust erect cu frunze ovate cu marginea dinţată şi flori albe parfumate. Fructul este o capsulă triloculară, cu câte o sământă în fiecare lojă. Importanţă prezintă frunzele foarte tinere (*Thea folim*, med.) care reprezintă „Ceaiul verde nefermentat". Lăstarii cu primele 2-3 frunze abia desfăcute, în urma unei prelucrări speciale, inclusiv a unei fermentaţii, capătă culoarea şi aroma caracteristică şi reprezintă „Ceaiul negru". Conţine cofeină, teofilină, teobromină, taninuri, uleiuri esenţiale. Ceaiul negru are acţiune tonic-cardiacă.

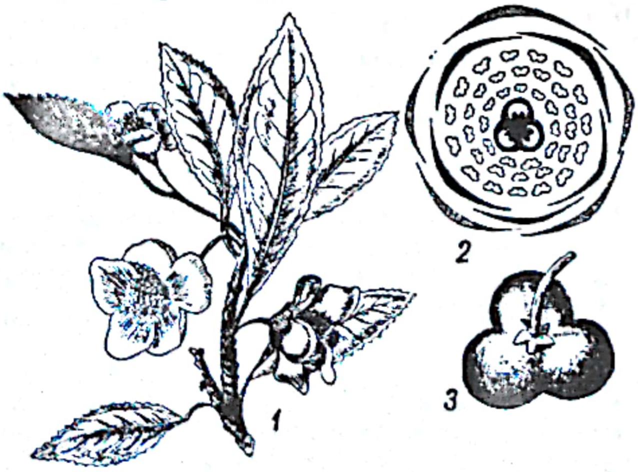


Fig. 401. *Camellia (Thea) sinensis:* 1 – lăstar cu flori; 2 – diagrama florală; 3 – fructul (1-3 după Karsten; 2- după Soó)

**Camellia japonica* (*Thea japonica*) are deosebită valoare ornamentală, prin frunzele şi florile sale roşii. Seminţele acestei specii şi ale altora servesc la extragerea unor uleiuri. **C.* x *williamsii* este un hibrid obţinut în 1930 şi se cultivă în spaţii închise, cu mai multe cultivaruri cu valoare ornamentală deosebită.

Familia *Actinidiaceae*

Familia încadrează 355 specii paleotropicale sub formă de arbuşti sau liane, care au organe prehensile speciale.

Florile sunt simpetale, anterele poricide, iar polenul se eliberează în tetrade.

Genul ***Actinidia*** încadrează 30 de specii răspândite în Asia Orientală. Se şi cultivă pentru fructele lor, bace polisperme comestibile, comercializate sub denumirea de „kiwi": *A. chinensis* var. *deliciosa* ş.a.

Familia *Clethraceae*

Familie cu 64 specii din Asia şi America intertropicală. Prin unele caractere se apropie mai mult de *Ericanae*. ***Clethra alnifolia*** este arbust ornamental.

2.2. Ordinul *LECYTHIDALES*

Familia *Lecythidaceae*

Această familie încadrează 280 specii mai ales neotropicale (America Centrală şi de Sud). Sunt arbori ai pădurilor umede, cu flori specializate pentru polenizarea prin intermediul liliecilor. Fructele sunt capsule mari şi puternic lignificate, cu dehiscenţa operculară.

Genul ***Lecythis*** cuprinde 50 specii, la care seminţele, adesea, foarte mari, sunt comestibile.

Genul ***Bertholletia*** încadrează specii sud-americane.

2.3. Ordinul *SARRACENIALES*

Acest ordin încadrează plante lemnoase până la erbacee perene specializate pentru nutriţia carnivoră, care o completează pe cea fotosintetică.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile *Roridulaceae* şi *Sarraceniaceae*.

Familia *Roridulaceae*

Genul ***Roridula*** încadrează 2 specii sud-africane, lemnoase, mai puţin specializate pentru nutriţia carnivoră. Acestea prezintă numai peri lipicioşi pe frunze, cu care capturează anumite insecte. Uneori sunt încadrate la *Droseraceae*.

Familia *Sarraceniaceae*

Familie cu 15 specii răspândite în zone din Lumea Nouă (America de Nord temperată şi tropicală). Se deosebesc de precedentele prin specializarea mai avansată pentru nutriţia carnivoră. La acestea s-au format frunze-capcană pentru capturarea unor insecte. Florile sunt pe tipul 5 cu androceu polimer.

$$* K_{5-8}C_5A_{\infty}G_{(5-3)}$$

Exemple: ***Sarracenia purpurea*** este specie erbacee carnivoră care trăieşte în zone mlăştinoase din sudul Americii de Nord. A fost naturalizată în Elveţia şi Irlanda; ***Darlingtonia californica*** (fig. 402).

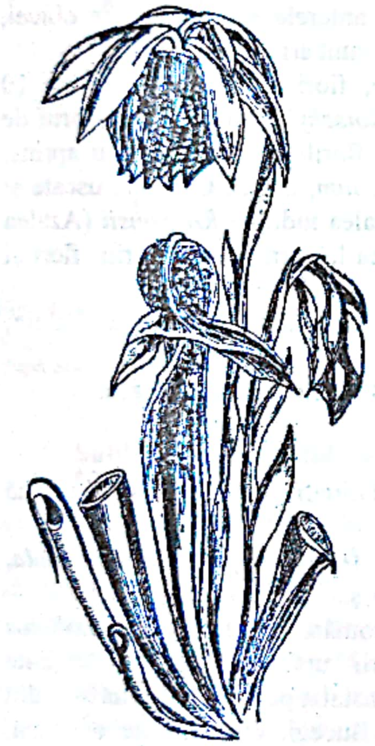


Fig. 402. *Sarraceniaceae: Darlingtonia californica* – habitusul plantei (după Soó)

5.3. Supraordinul *ERICANAE*

3.1. Ordinul *ERICALES*

Ordinul încadrează subarbuşti sau arbuşti cu frunze simple şi frecvent semperviriscente, coriacee, întregi sau dinţate, fără stipule.

Florile sunt pe tipul 5 sau 4, cu corole simpetale, androceu alcătuit din două verticile de stamine dispuse obdiplostemon. Staminele, de cele mai multe ori, sunt libere şi prezintă thece cu deschidere poricidă. Anterele sunt prevăzute cu două apendice sub formă de coarne, de la care a derivat denumirea mai veche a ordinului (*Bicornes*). Polenul se eliberează în tetrade. Gineceul este 5 sau 4 carpelar, coenocarp, superior. Ovulele sunt unitegminate şi tenuinucelate. Endospermul se formează după tipul celular.

În organele lor se află iridoide carbociclice, polifenoli şi substanţe tanante.

Preferă locurile stabile cu mult humus brut şi sunt micorizante.

Prin multe dintre caracteristicile lor se apropie de *Theales*.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Ericaceae, Epacridaceae, Empetraceae, Pyrolaceae* şi *Monotropaceae*.

Familia *Ericaceae*

Familia încadrează 3.350 specii lemnoase (adesea tufe pitice), cu frunze deseori sempervirescente, uneori reduse la solzi mici sau în formă de ace, cu adaptări xeromorfe.

Sunt răspândite în ţinuturi subarctice şi atalntice, în mlaştini din regiuni montane şi în pădurile de conifere cu mult humus brut. De asemenea, se pot întâlni în machia mediteraneană şi în câmpiile aride din Africa de Sud şi Australia.

Datorită micotrofismului ele pot coloniza teritorii extreme, foarte sărace în substanţe nutritive.

Florile sunt pe tipul 4 sau 5, caliciul ± puţin sinsepal. La unele dintre ele corola poate fi choripetală (de ex. *Ledum palustre*) însă, de regulă generală, este simpetală.

$$*, \circ | \circ K_{4,5}C_{(4,5)}A_{4+4;5+5}G_{\underline{(4,5)}}$$

Pe baza variabilităţii androceului, gineceului şi a poziţiei acestuia în floare, dar şi a fructului, familia se divide în 4 subfamilii: *Rhododendroideae, Arbutoideae, Ericoideae* şi *Vaccinioideae*.

Subfamilia *Rhododendroideae*

Aici se încadrează subarbuşti cu corola simpetală căzătoare, anterele staminelor, de obicei, fără apendici, gineceu superior şi fructul o capsulă septicidă. Seminţele sunt aripate.

Genul ***Rhododendron*** se caracterizează prin frunze alterne, flori mari zigomorfe cu 10 stamine. Sunt circa 800 specii răspândite în Emisfera de Nord. *Rh. kotschyi* (Smirdarul, Bujorul de munte) este o adevărată podoabă a Munţilor Carpaţi şi Balcani prin florile sale de un roşu aprins. Utilizări medicinale au frunzele sub formă de infuzie (*Rhododendri folium*, med.). Corolele uscate şi folosite sub formă de ceai au acţiune anaafrodisiacă. *Rh. indicum* (Azalea indica), *Rh. simsii* (Azalea simsii) se cultivă în sere reci sub denumirea de Azalee pentru valoarea lor ornamentală prin flori şi frunze.

Loiseleuria procumbens (Azalee târâtoare de munte) este un subarbust târâtor în etajul alpin, în staţiuni vântuite.

Ledum palustre este singura specie cu corola choripetală. Creşte în locuri mlăştinoase.

Subfamilia *Arbutoideae*

Încadrează subarbuşti şi arbuşti răspândiţi în Emisfera de Nord circumpolară. Antera are două coarne, gineceul este superior, fructul o bacă sau o capsulă loculicidă.

Genuri: ***Arctostaphylos, Andromeda, Cassiope, Arbutus*** ş.a.

În flora României se află *Arctostaphylos uva-ursi* (Strugurii ursului) (fig. 403). Este subarbust târâtor instalat pe stâncării inierbate din M-ţii Apuseni şi Bucegi. Fructul este o drupă. Este specie ocrotită ca „monument al naturii". Extrasele apoase din frunze se recomandă la tratarea cistitei (*Uvae ursi folium*, off.).

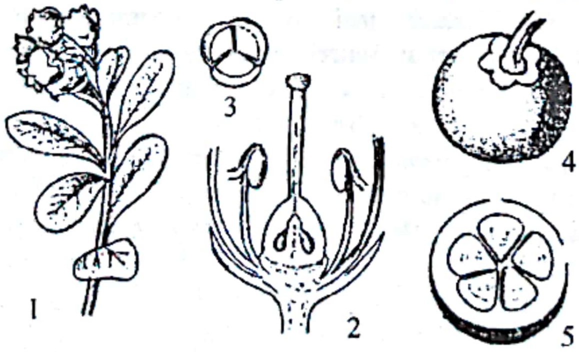


Fig. 403. *Arctostaphyllos uva-ursi:* 1 – lăstar cu flori; 2 – floarea în secţiune longitudinală; 3 – tetrada de polen; 4 – fruct; 5 – secţiune transversală în fruct (după Firbas)

Subfamilia *Ericoideae*

Încadrează subarbuşti cu frunze mici, aciculare, de regulă generală, dispuse verticilat. Corola este simpetală persistentă, staminele cu apendici, gineceu superior. Fructul este o capsulă loculicidă sau achenă.

Genul **Erica** cuprinde circa 800 specii cu răspândire euroafricană, peste tot în jurul Mediteranei, de asemenea în munții din Africa Centrală: *E. arborea, E. cinerea, E. tetralix, E. carnea* (fig. 404. 1, 5).

Bruckentalia spiculifolia (Coacăză). Este subarbust frecvent și deseori abundent în pajiști, rariști de pădure, stâncării din etajul gorunului până în cel subalpin. Depreciază calitativ pajiștile.

Calluna vulgaris (Iarbă neagră) este o specie oligotrofă de pajiști, tufărișuri, mlaștini din etajul gorunului până în cel al molidului.

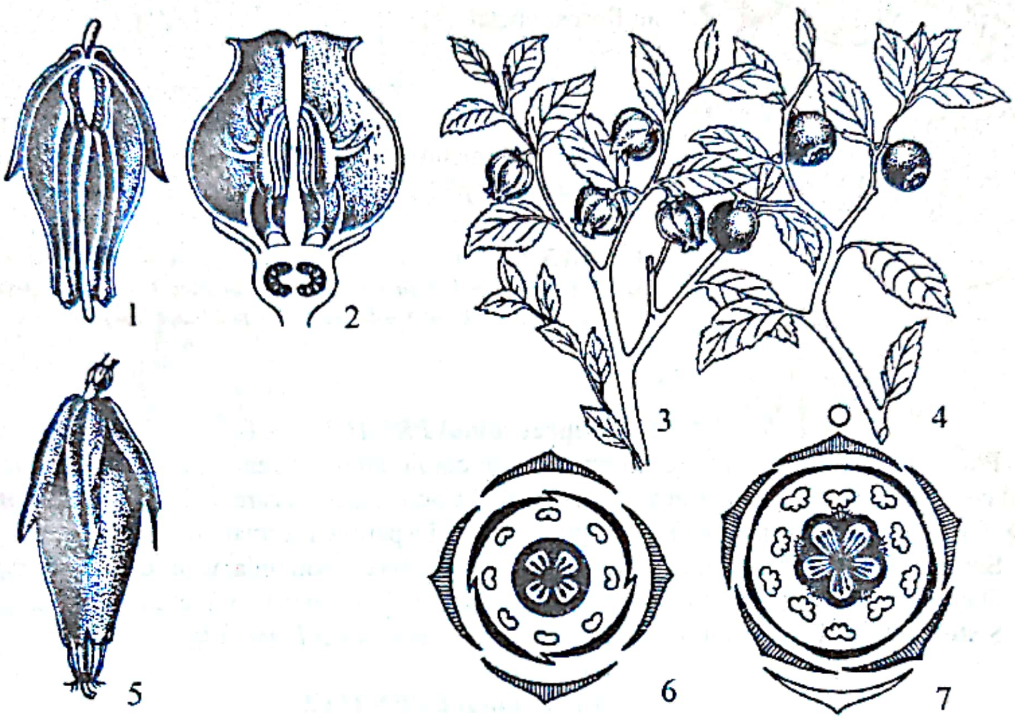


Fig. 404. *Ericaceae:* 1 și 5 *Erica carnea* – secțiune longitudinală în floare; 2 – *Vaccinium myrtillus* – secțiune longitudinală în floare; 3 – lăstar cu flori; 4 – lăstar cu fructe; 6 –diagrama florii la *Erica*; 7 – diagrama florii la *Vaccinium* (după Soó)

Subfamilia *Vaccinioideae*

Încadrează subarbuști cu corola simpetală caducă, anterele staminelor, de regulă generală, cu apendici, gineceu inferior, fructul o bacă.

Genul ***Vaccinum*** cuprinde 150 specii răspândite peste tot în Emisfera de Nord, America de Sud, unele în Africa tropicală și Asia. În România sunt 4 specii răspândite din zona montană până în cea alpină. *V. myrtillus* (Afin negru) (fig. 404. 2, 3, 4, 7) se prezintă ca subarbuști cu frunze căzătoare iarna. Fructul este o bacă neagră-albăstruie, brumată, cu suc colorat și cu mai multe semințe mici. Este comestibilă. Planta are valoare medicinală prin frunze și fructe (*Myrtilli folium, fructus*, med.). *V. vitis-idaea* (Merișor) este un subarbust cu frunze persistente și iarna. Bacele sunt roșii, la maturare comestibile. Utilizari medicinale au frunzele și fructele (*Vitis-ideae folium, fructus*, med.). Bacele au mai slabă valoare medicinală în raport cu cele de la *V. myrtillus*.

Familia *Epacridaceae*

Familie cu circa 400 specii, în majoritate răspândite în Australia și teritoriile vecine, unele specii în America de Sud antarctică.

Familia *Empetraceae*

Familia încadrează 6 specii în Emisfera de Nord temperată și în America de Sud antarctică. Au periant choripetal și fructul drupă cu o singură sămânță.

În Europa se află specii ale genului ***Empetrum*** (Vuietoare): *E. nigrum* și *E. hermafroditum* se găsesc în câțiva munți din Carpații românești.

Familia *Pyrolaceae*

Această familie încadrează subarbuști veșnic verzi, cu micotrofie mult mai perfecționată

$* K_{4,5}C_{4,5}A_{4+4;5+5}G_{\underline{(5-4)}}$

Sunt circa 40 specii tipic circumpolare, erbacee sau frutescente (chamefite), totdeauna verzi, răspândite mai ales în păduri de conifere montane.

Genul ***Pyrola*** are petale libere. *P. minor*, *P. rotundifolia* (fig. 405. 2, 3, 4) ş.a.

Genurile ***Moneses*** (*M. uniflora*), ***Orthilia*** (*O. secunda*) au flori simpetale.

Familia *Monotropaceae*

Familie cu 15 specii erbacee, lipsite complet de clorofilă şi cu nutriţie micotrofă. ***Monotropa hypopitys*** (Sugătoare) (fig. 405-1) creşte în păduri de conifere.

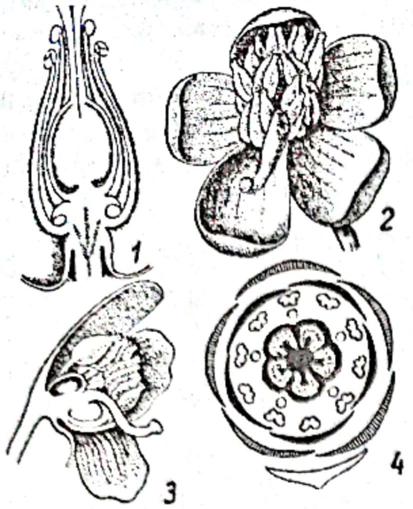


Fig. 405. *Ericales:* 1 – *Monotropa hypopitys* – floarea în secţiune longitudinală; 2 – *Pyrola rotundifolia* – floarea; 3 – vedere laterală a florii secţionate longitudinal; 4 – diagrama florală (după Soó)

5.4. Supraordinul *PRIMULANAE*

Plantele încadrate aici se caracterizează prin corole preponderent simpetale şi staminele unite cu tubul corolei. Gineceul este sincarp, cu ovule reduse numeric în fiecare locul, placentaţie unghiular-centrală. Ovulele sunt bitegminate, dar tenuinucelate, endosperm cu formare nucleară.

Sunt plante lemnoase subtropicale, dar şi erbacee (perene sau unianuale) din zona temperată.

Din punct de vedere biochimic este de remarcat apariţia masivă a saponinelor.

Sistematica. Supraordinul încadrează ordinele: *Ebenales* şi *Primulales*.

4.1. Ordinul *EBENALES*

Prin unele caracteristici se apropie de *Theales*. Ordinul încadrează familiile: *Styracaceae*, *Ebenaceae* şi *Sapotaceae*.

Familia *Styracaceae*

Familia încadrează arbori sau arbuşti tropicali (cu excepţia Africii şi Australiei), în număr de 165 specii.

Styrax officinalis şi *S. tonkinense* sunt specii originare din Asia tropicală, care conţin răşini benzoice. Din acestea se prepară „tinctura benzoe" cu utilizări în dermatologie şi cosmetică, drept unguent.

Familia *Ebenaceae*

Familia încadrează 485 specii cu răspândire intertropicală. Sunt arbori sau arbuşti cu frunze alterne sau opuse, simple, pieloase. Flori simpetale actinomorfe, unisexuate, dispuse dioic, rareori bisexuate. Fruct cărnos bacă sau coriaceu, dehiscent sau indehiscent, 1- plurisperm.

Genuri mai importante: ***Diospyros, Royena, Euclea*** ş.a.

Genul ***Diospyros*** cuprinde peste 200 specii intertropicale. *D. ebenum* (Abanosul) (fig. 406-B) este originar din India, are duramenul de culoare neagră (lemn de abanos) din care se confecţionează mobile grele şi scumpe. *D. chloroxylon* are duramenul de culoare verde. *D. rubra* are duramenul roşu. *D. lotus* (Hurmă caucaziană) şi *D. kaki* (Hurmă japoneză) sunt două specii cu fructe comestibile. Se află frecvent cultivate în grădini botanice din ţară sau parcuri dendrologice.

Familia *Sapotaceae*

Arbori cu laticifere articulate, care trăiesc în păduri umede tropicale din Africa de S-E şi Oceania. Sunt circa 1.000 specii.

Genuri mai importante: *Palaquium, Butyrospermum, Payena, Sideroxylon, Chrysophyllum, Mimusops, Achras* ş.a.

Genul ***Palaquium*** are 60 de specii în Indo-Malaezia. *P. guta* (fig. 406-A) şi *P. bornense* servesc la extragerea, prin incizii în tulpină, a substanţei numită gutapercă. Aceasta este folosită în stomatologie, chirurgie şi ca izolator al cablurilor electrice.

Numeroase *Sapotaceae* furnizează aşa-numitul „lemn de fier" (***Sideroxylon, Chrysophyllum, Mimusops*** ş.a.). Unele specii ale genurilor ***Achras, Vitellaria, Chrysophyllum*** ş.a. au fructe comestibile şi se cultivă în acest sens în multe ţări tropicale. Latexul de la ***Achras sapota*** (din India) este materia primă pentru fabricarea gumei de mestecat.

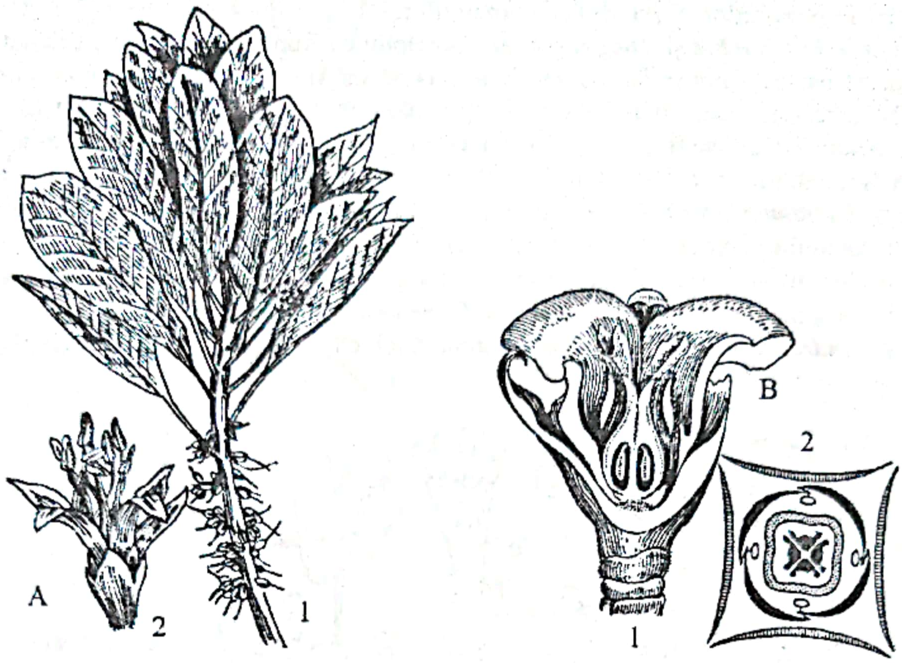


Fig. 406. A – *Palaquium guta:* 1 – lăstar cu fructe; 2 – floarea; B – *Diospyros ebenum*: 1 – secţiune longitudinală în floare; 2 – diagrama florală (după Soó)

4.2. Ordinul *PRIMULALES*

Acest ordin încadrează plante lemnoase şi erbacee perene (mai rar unianuale) cu flori pe tipul 5. Gineceele sunt paracarpe, cu numeroase ovule inserate pe o placentă centrală. Androceu haplostemon, provenit din cel diplostemon, prin transformarea verticilului episepal în staminodii.

Sistematica. Familii cu reprezentanţi lemnoşi, tropicali: a) *Theophrastaceae* cu 90 specii; b) *Myrsinaceae* cu 1.250 de specii înrudite cu *Ebenales*; c) *Primulaceae* cu circa 800 specii erbacee din zona temperată.

Familia *Primulaceae*

Familia cuprinde circa 800 specii erbacee răspândite în zona temperată. Acestea sunt plante perene, cu rizomi sau tuberculi, şi mai rar unianuale (*Anagallis sp.* ş.a.). Florile sunt grupate umbeliform în vârful tulpinii scapiforme, cu rozete bazale de frunze la cele mai multe genuri, rar cu frunze tulpinale până lângă flori sau inflorescenţe (la genurile *Anagallis* şi *Lysimachia*). Flori solitare se află la *Cyclamen sp., Anagallis sp.* O floare este pe tipul 5, sinsepală şi simpetală, cu stamine epipetale şi uneori cu 5 staminodii episepale. Staminele sunt înserate pe tubul corolei.

$$* K_{(5)}[C_{(5)}A_{0+5}]G_{\underline{(5)}}$$

Gineceul este pentacarpelar superior, cu numeroase ovule prinse pe o placentă centrală.

Corola simpetală poate fi sub formă de tub lung (*Primula sp.*), tub scurt (*Anagallis sp.*) sau pâlnie (*Soldanella sp.*).

Polenizarea este entomofilă, iar fructul este o capsulă valvicidă, denticulată sau operculată (= pixidă).

Genuri mai importante: *Primula, Soldanella, Anagallis, Lysimachia, Hotonia, Cyclamen* ş.a.

Genul ***Primula*** (Ciuboţica cucului) se caracterizează prin heterostilie, ca o adaptare pentru polenizarea prin intermediul insectelor, evidenţiată şi explicată încă de Ch. Darwin (1877). *P. veris* (*P. officinalis*) (fig. 407-A) este plantă de primăvară cu înflorirea în lunile aprilie-mai, cu flori galbene intens. Utilizări medicinale au rizomii, florile, frunzele şi rădăcinile (*Primulae flos, folium, radix*, off.). Rădăcinile se colectează primăvara devreme sau toamna târziu, când partea aeriană dispare. *P. vulgaris* (*P. acaulis*) – Greciorei – este tot specie vernală la care scapul lipseşte. Florile sunt solitare pe pedunculi lungi, de circa 10 cm, care pornesc din mijlocul rozetei de frunze. Ca plante decorative de interior se cultivă: *P. sinensis*, cu flori albe; **P. obconica*, cu flori roşii; **P. malacoides*, cu flori mai mici roze, dispuse în umbele etajate. Toate cele trei specii sunt originare din China.

Genul ***Soldanella*** cuprinde câteva specii montane sau alpine, cu flori albastre-violacee, cu petale fimbriate, frunze în rozete bazale, cu marginea întreagă sau slab sinuat-crenate: *S. mantana* şi S. *hungarica*, cu scap multiflor, *S. pussila* cu scap uniflor.

Genurile ***Lysimachia*** şi ***Anagallis*** prezintă tulpini cu frunze, faţă de toate celelalte genuri, care au numai rozete bazale. *Lysimachia nummularia* (Gălbăşoară) este specie perenă, cu tulpini târâtoare, frecventă în locuri umede, mlăştinoase. Părţile aeriene (*Lysimachiae herba*, off.) au utilizări medicinale. *Anagallis arvensis* (Scânteiţă), cu corola roşie şi *A. foemina*, cu corola albastră, sunt frecvente ca buruieni ruderale şi segetale.

Genul ***Cyclamen*** prezintă în sol tubercul cu un rizom, frunze în rozetă bazală şi flori variat colorate, cu laciniilie corolei răsfrânte. *C. persicum* se cultivă frecvent în spaţii închise; *C. purpurascens* (fig. 407-B) este cultivat în grădini rar şi subspontan. Sunt şi specii spontane în păduri de foioase din zona mediteraneană (*C. creticum, C. neapolitanum* ş.a.).

Genul ***Androsacae*** încadrează specii perene mici, care ajung până la etajul nival al munţilor.

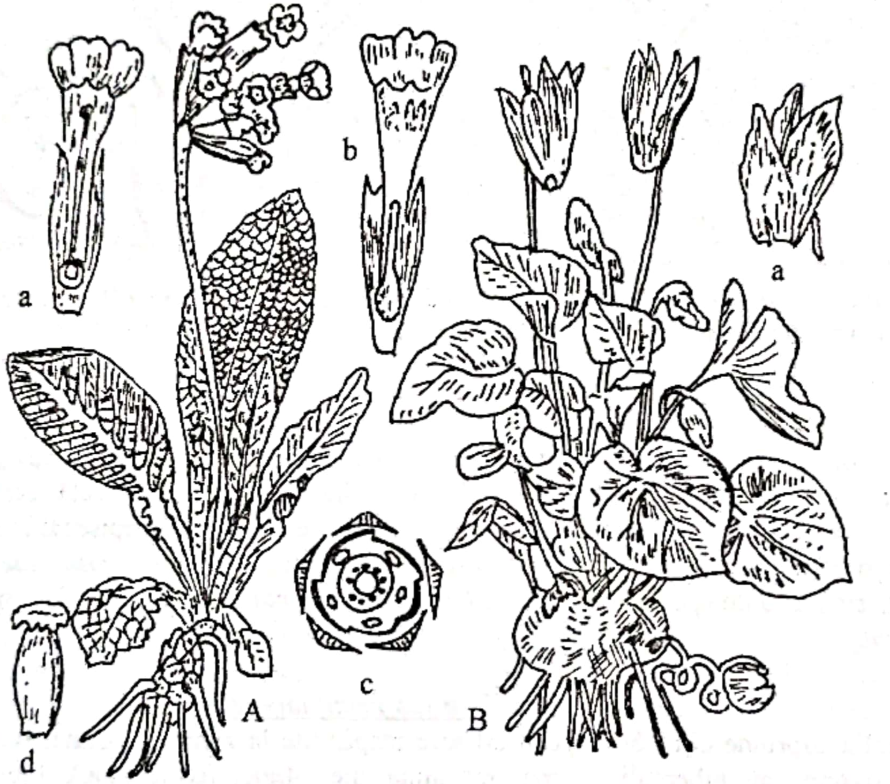


Fig. 407. A. *Primula veris:* a – floare longistilă; b – floare brevistilă; c – diagrama florală; d – capsula denticulată; B – *Cyclamen purpurascens*: a – floarea (după I. Pop)

5.5. Diverse ordine izolate

Acestea sunt situate la baza Sympetalelor pentaciclice şi legătura cu acestea este atestată mai ales de dovezi moleculare (secvenţele de ADN). Petalele sunt parţial concrescute şi gineceele compuse din 5-3 carpele concrescute, cu poziţie superioară. Acestea sunt: *Balsaminales, Polemoniales* şi *Fouquieriales*.

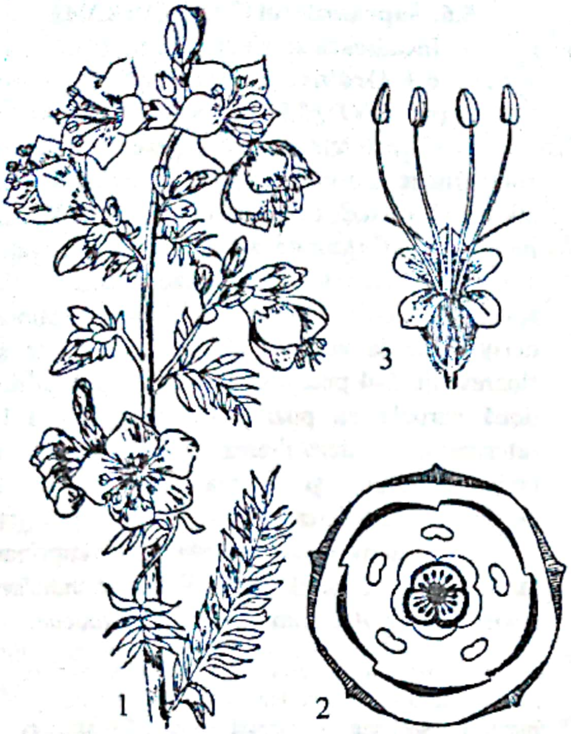
5.1. Ordinul *BALSAMINALES*

Familia *Balsaminaceae*

Încadrează 850 specii răspândite mai ales în Lumea Veche. Acestea sunt plante erbacee perene, cu flori zigomorfe, cu sepale corolinice, dintre care una cu pinten. Petalele nu sunt complet concrescute.

$$\circ|\circ\ K_{3\text{-}5}C_{5}\,A_{5}G_{\underline{(5)}}$$

La genul ***Impatiens*** se află capsule, care, pe timp uscat şi la atingere, se desfac şi împrăştie seminţele. *I. noli-tangere* (Slăbănogul) este spontan în locuri umede umbroase, de la deal şi munte. Se cultivă pentru ornament: *I. balsamina, I. parviflora, I. roylei* ş.a.



5.2. Ordinul *POLEMONIALES*

Familia *Polemoniaceae*

Încadrează 275 specii răspândite preponderent în Lumea Nouă.

Florile sunt simpetale şi mai mult sau mai puţin actinomorfe. Fructul este o capsulă loculicidă.

Mai comune, cultivate, cu valoare ornamentală sunt specii ale genurilor: ***Polemonium*** (*P. caeruleum*) (Scara domnului) (fig. 408. 1, 2); ***Phlox*** (*Ph. drumondii, Ph. paniculata, Ph. subulata* ş.a.); ***Cobaea scandens***, care este o specie căţărătoare, cultivată în sere.

Fig. 408. *Polemonium caeruleum:* 1 – lăstar cu flori; 2 – diagrama florală; 3 – floarea de *Phacelia tanacetifolia* (după Soó)

5.3. Ordinul *FOUQUIERIALES*

Familia *Fouquieriaceae*

Familie cu 11 specii care cresc în semideşerturile din sud-vestul Americii de Nord, mai ales în Mexic. Se prezintă sub formă de tufe spinoase şi cu tulpina suculentă.

Scoarţa lor conţine heteroglicozide şi materii colorante roşii. De asemenea, acestea formează o ceară asemănătoare cu „ Ceara de Carnauba".

SUPRAORDINELE URMĂTOARE

Grupele (C + D)

Acestea cuprind *Asteridae*- le s. lat., cu caractere puternic derivate, de superioritate şi corespund la SYMPETALAE TETRACYCLICAE.

Comparativ cu supraordinele anterioare (A + B), la care florile sunt pentaciclice, la supraordinele din grupele C + D, florile sunt tetraciclice datorită dispariţiei unui cerc de stamine.

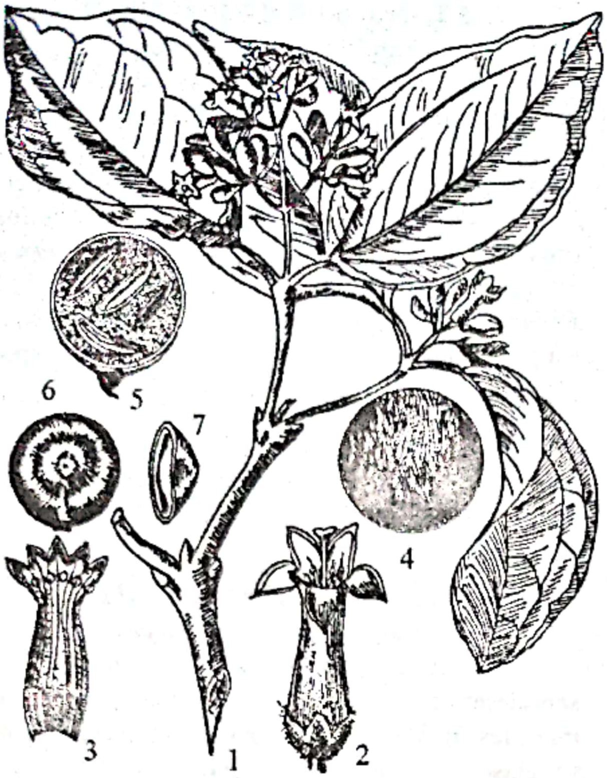
Pe lângă ordine cu simetrie radiară a florii (caracter plesiomorf) în aceste supraordine se întâlnesc şi reprezentanţi cu flori zigomorfe (caracter apomorf), totdeauna bisexuate şi înalt specializate pentru polenizarea prin animale. Ca verigi terminale ale organizării şi grupării florilor izolate, se află la capatele şirurilor şi pseudantii. Andoceul este alcătuit din puţine stamine (5→ 4→ 2) concrescute cu corola, totdeauna simpetală. Poliandria secundară lipseşte cu totul. Numărul carpelelor este mic (→ 2), de regulă generală mai mic decât al petalelor: $K_5[C_{(5)}A_5]G_{\underline{(2)}}$

Ovulele sunt unitegminate şi tenuinucelate. Endospermul, când se află, este celular.

Datorită lipsei substanţelor iridioide şi a unor rezultate ale analizelor moleculare, împărţirea *Sympetalae*-lor tetraciclice în *Lamiidae* şi *Asteridae* s. str. trebuie abandonată.

GRUPA C:

La **Supraordinele:** ***GENTIANANAE, SOLANANAE ŞI LAMIANAE*** legate între ele prin date moleculare, trebuie adăugate şi următoarele caracteristici comune: simpetalia târzie, ginecee cu poziţie superioară, aproape totdeauna cu 2 carpele concrescute, în fiecare locul cu numeroase ovule, grăuncioarele de polen cu 2 (-3) nuclei. Tendinţa de formare a pseudantiilor este slab manifestă. Ca produs de înmagazinare, larg răspândit, este trizaharid-planteaza.



5.6. Supraordinul *GENTIANANAE*

Încadrează un singur ordin.

6.1. Ordinul *GENTIANALES* (= *CONTORTAE* + *Rubiaceae*)

Caracterele de diferențiere ale acestora sunt: frunze nedivizate dispuse opus, adesea cu stipule, flori radiare (actinomorfe), petalele în mugure sunt răsucite spre interior (estivația contortă). Încep să se formeze iridoidele (în special seco-iridoidele) și indolalcaloizi derivați de la acestea. Caracteristică este și floarea din 5-4 petale și stamine, gineceul din două carpele cu poziție superioară până la inferioară, dezvoltarea nucleară a endospermului și larga răspândire a fasciculelor bicolaterale.

Sistematica. Ordinul cuprinde familiile: *Loganiaceae, Gentianaceae, Apocynaceae, Asclepiadaceae* și *Rubiaceae.*

Fig. 409. *Strychnos nux-vomica:*1 – lăstar cu flori; 2 – floarea; 3 – secțiune longitudinală în floare; 4 – fructul; 5 – secțiune transversală în fruct; 6 – sămânța (după Karsten: 1, 4, 5, 6, 7; Soó: 2, 3)

Familia *Loganiaceae*

Acestea sunt cele mai primitive *Gentianales.* Sunt preponderent plante lemnoase (arbori, arbuști sau liane) din zone subtropicale, în număr de circa 600 specii. Gineceul este superior. Lipsesc vasele laticifere.

$$*\ K_{4\text{-}5}[C_{(4\text{-}5)}A_{4\text{-}5}]G_{\underline{(2)}}$$

Genuri mai importante: *Strychnos, Logania, Spigelia, Gelsemium* ș.a.

Genul ***Strychnos*** cuprinde 150 specii tropicale și din zona temperată. *S. nux-vomica* (Turta lupului) (fig. 409) este o specie Indo-Malaeziană, care se prezintă ca o liană, adesea spinoasă. Fructul este o bacă sferică, de mărimea unei portocale mici, care conține în pulpa albă, mătăsoasă, 3-5 semințe orbiculare și mătăsoase. Semințele conțin 2 alcaloizi: stricnina, cu acțiune excitantă asupra sistemului nervos, provocând convulsii tetanice, încât nu mai este utilizată în terapeutică; brucina, cu acțiune mult mai slabă decât stricnina. Constituie un reactiv specific pentu acidul azotic. Semințele se folosesc sub formă de pulbere, tinctură sau extract și determină mărirea secreției mucoasei stomacale (*Strychnis semen, Tinctura strychni,* off.). *S. toxifera* este arbust din America de Sud (Guyana). Din acesta se extrage curara, un alt alcaloid foarte toxic cu acțiune paralizantă asupra musculaturii striate. Indigenii ung cu această otravă vârful săgeților ucigașe. *S. spinosa* are fructe comestibile.

Genul ***Logania*** încadrează 25 de specii australiene. Genul ***Gelsemium*** cuprinde două specii în America de Nord și China. Genul ***Buddleia**** cu specii originare din China, cultivate la noi ca arbuști ornamentali prin florile liliachii, grupate în cime dense (*B. davidii, B. alternifolia* ș.a)

Familia *Gentianaceae*

Familia încadrează circa 1200 specii cosmopolite. Reprezintă o linie de evoluție preponderent erbacee (caracter apomorf), rareori cu reprezentanți lemnoși (arbuști sau liane).

Frunzele sunt simple, cu margini întregi, sesile, cu nervație arcuată, fără stipule.

Florile sunt grupate în cime dichaziale îndesuite, axilare sau terminale. O floare este pe tipul 4 sau 5, sinsepală și simpetală. Androceu haplostemon, inserat cu filamentele pe tubul corolei. Gineceu bicarpelar superior, cu numeroase ovule anatrope. Endosperm nuclear. Fructul este o capsulă septicidă cu numeroase semințe.

$$*\ K_{4\text{-}5}[C_{(4\text{-}5)}A_{4\text{-}5}]G_{\underline{(2)}}$$

Caracteristica biochimică a lor o reprezintă prezența unor substanțe amare din grupul heterozidelor, cum sunt: gențianină, gențiopicrină, gențizină, gențiină. Pe lângă acestea conțin și alcaloizi antihelmintici.

---

* Uneori considerate ca familie distinctă *Buddleiaceae*

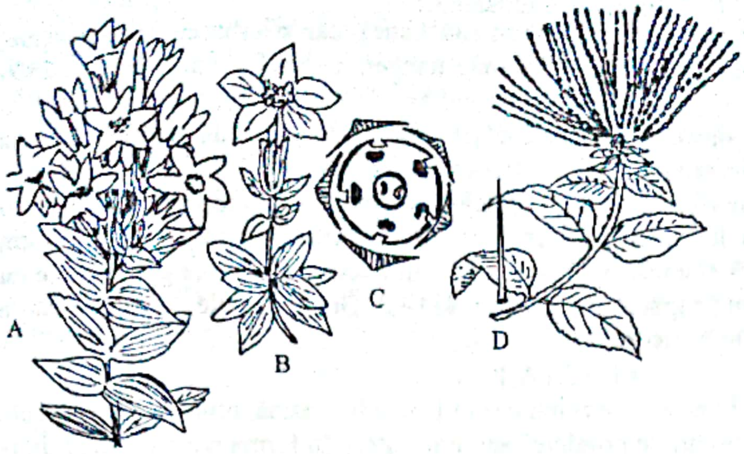


Fig. 410. *Gentianaceae* (A, B, C) şi *Apocynaceae* (D): A – *Gentiana asclepiadea*; B – *Gentiana verna*; C – diagrama florală; D – *Strophanthus hispidus* – lăstar cu flori şi o sământă (după Pop et. al.)

Genuri principale: *Gentiana, Gentianella, Halenia, Centaurium* ş.a.

Genul ***Gentiana*** (fig. 410 A, B, C) cu 14 specii în flora României, răspândite mai ales în regiunile montane şi alpine. Ele prezintă flori mari, frumos colorate: galben, albastru, violaceu sau alburiu. *G. lutea* (Ghinţura galbenă) este medicinală prin rizomul şi rădăcinile sale. Aceeaşi compoziţie chimică şi utilizări medicinale au rizomii şi rădăcinile speciilor înrudite: *G. punctata şi G. asclepiadea* (Lumânărica pământului) (*Gentianae radix, Tinctura Gentianae*, off.).

Genul ***Gentianella***, desprins din *Gentiana,* prin gâtul corolei la interior cu apendici fimbriaţi. Cuprinde câteva specii răspândite în munţii emisferei nordice, uneori ajungând până în alpin. Ex. G. ciliata ş.a.

Genul ***Centaurium*** cu specia mai cunoscută *C. erythraea* (Fierea pământului, Floare de friguri), o specie erbacee bianuală sau unianuală cu flori roşietice grupate în cime terminale. Utilizări medicinale au părţile aeriene (*Centaurii herba,* off.).

Genul ***Halenia*** încadrează specii arctic-alpine.

Familia *Apocynaceae*

Familie cu circa 2.100 specii, atât lemnoase cât şi erbacee, răspândite peste tot în regiunile intertropicale, mai rar în zonele temperate. Se caracterizează prin laticifere nearticulate, în care se află latex cu heterozide amare şi numeroşi alcaloizi.

Florile sunt bisexuate, tetraciclice pentamere, actinomorfe. Staminele apar incluse în corolă, cu filamentele mai mult sau mai puţin inserate pe tubul acesteia şi anterele conivente spre stigmat, dar rareori aderente acestuia. Grăuncioarele de polen se eliberează separat. Gineceele coenocarpe prezintă zonele inferioare ale carpelelor neconcrescute până la fructificare. Numai stilodiile şi stigmatele apar concrescute în perioada de înflorire (concreştere postgenitală). Datorită acestui fapt, fructele apar alcătuite din două părţi şi secundar aproape choricarpe. Seminţele sunt prevăzute cu egrete de peri mătăsoşi, care favorizaează diseminarea prin intermediul vântului.

$$* K_{4-5}[C_{(4-5)}A_{4-5}]G_{2;(2)}$$

****Nerium oleander*** (Leandrul) este plantă lemnoasă mediteraneană cultivată şi la noi pentru florile sale variat colorate, simple sau involte. Planta este toxică prin frunzele sale care conţin glicozide cardiotonice.

Genul ***Vinca*** cu 5 specii mediteraneene şi europene. În România cresc 2 specii spontane: V. minor şi V. herbacea cu flori albastre, mari, solitare, axilare. Partea aeriană de la *V. minor* (*Herba Vincae*, off.) are utilizări medicinale. **V. major* se cultivă pentru ornament. V. rosea este o specie exotică din tulpinile şi frunzele căreia au fost izolaţi o serie de alcaloizi cu acţiune citostatică.

Genul ***Strophanthus*** încadrează 50 de specii africane. *S. hispidus* (fig. 410-D) este specia cea mai cunoscută, din seminţele căreia se extrag glicozide sub numele de strofantine, cu acţiune cardiotonică dar utilizate şi ca otrăvuri pentru săgeţi.

Din latexul unor specii tropicale ale genurilor ***Hancornia, Landolphia, Clitandra*** se extrage cauciuc natural.

Alte exemple: ***Apocynum cannabinum*** din America de Nord, produce false textile;

Rauwolfia serpentina are o răspândire cosmopolită intertropicală. Conţine indolilalcaloidul reserpina, datorită căruia a fost utilizată în diferite afecţiuni ca tulburări psihice, hipertensiune, febră dizenterie etc., încât a căpătat statutul de specie aproape dispărută.

Familia *Asclepiadaceae*

Familia încadrează plante lemnoase (arbuşti erecţi sau liane), dar şi erbacee sau suculente, răspândite în zonele calde ale globului şi mai puţine în zone temperate. Sunt cunoscute circa 2800 specii.

Frunzele sunt simple dispuse opus, uneori reduse şi nefuncţionale sau dispar complet (la formele cactiforme). În organele lor vegetative prezintă laticifere nearticulate.

Florile sunt bisexuate, actinomorfe, pe tipul 5. Caliciul este alcătuit din sepale mai mult sau mai puţin unite, glanduloase la baza lor internă. Corola este simpetală, mai mult sau mai puţin tubuloasă. Androceul este format din 5 stamine, mai mult sau puţin sesile, cu antere concrescute cu capul stigmatului alcătuind ginostegium (= ginostemium) (fig. 411-C). Grăuncioarele de polen sunt de multe ori unite (lipite) în polinii ca la Orchidaceae.

$$* \ K_5[C_{(5)}A_5]G_{(2)}$$

În mod obişnuit, două polinii din antere învecinate sunt legate împreună, prin nişte corpuscule lipicioase situate pe stigmat, numite „corpuri de prindere” sau translatori, în forma unor umeraşe. Într-un canal al acestor „corpuri de prindere” se prind insectele, cu trompa şi picioarele lor, în căutarea nectarului. În acest mod trag în afară poliniile şi le transportă pe alte flori. Pe spatele staminelor se află nişte apendici, care alcătuiesc o coroană staminală (ca o corolă auxiliară) care poartă nectar, pe care-l caută insectele.

Din punct de vedere biochimic, asclepiadaceele prezintă alcaloizi şi glicozizi (neriină, asclepiadină, vincetoxină, în marea lor majoritate toxici.

Genuri principale: ***Asclepias, Periploca, Stapelia, Ceropegia, Dischidia*** ş.a.

Genul ***Asclepias*** încadrează peste 100 specii americane. ***A. syriaca*** (Ceara albinei) (fig. 411) este o excelentă plantă meliferă, cultivată şi subspontană în România.

Genul ***Vincetoxicum*** (care învinge otrava, în credinţa populară fiind desemnat ca antidot împotriva muşcăturilor de şarpe). *V. officinale* (*Cynanchum vincetoxicum*) – Iarba fiarelor – este frecventă prin păduri, tufărişuri, de la câmpie până la munte. Prezintă amestec de glicozizi şi steroizi cu acţiune toxică asupra ritmului cardiac.

Periploca graeca (Învârtitoare) este o liană subtropicală de 10-12 m, întâlnită şi la noi în Delta Dunării.

Genul ***Ceropegia*** cuprinde 100 specii tropicale. ***C. candelabrum*** este o liană ornamentală prin flori. Polenizarea caracteristică entomofilă a fost combinată cu formarea de flori-capcană de alunecare.

Genul ***Stapelia*** cuprinde 100 specii din Africa de Sud . Unele specii au aspect cactiform şi prezintă flori adaptate pentru polenizarea prin muşte de hoituri.

Alte genuri: ***Calotropis*** cu specia *C. procera*; ***Hoya*** cu specia *H. carnosa* (Floarea de ceară) este specie ornamentală de interior.

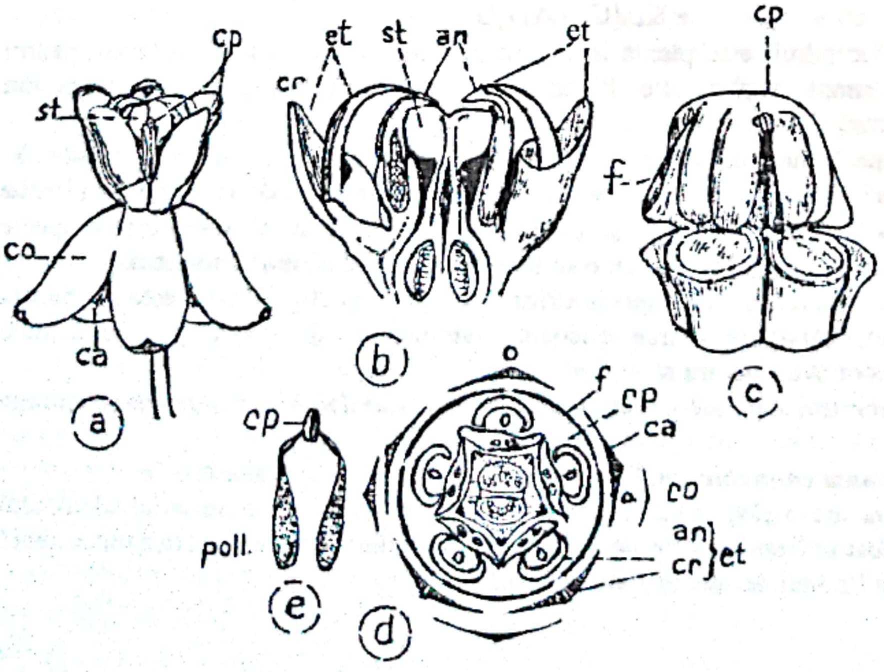


Fig. 411. *Asclepias syriaca*: a – floarea; b – secţiune longitudinală în floare; c – ginostemiul (ginostegiu); d – diagrama florală; e – poliniile (poll.) ataşate de un corpuscul (cp); ca – caliciu; co – corola; et – complex staminal; f – fante; st – stigmate; staminele (et) sunt formate din antere (an) şi un apendice cornos; coroana (cr) este formată din 5 apendici complexi care acompaniază fiecare stamină (după Emberger)

Familia *Rubiaceae*

Familie cu circa 10.400 specii cosmopolite, înrudite cu *Loganiaceae*- le.

Sunt atât forme lemnoase, răspândite la tropice, cu foarte multe specii, dar şi forme erbacee (perene sau unianuale) mai ales în zone temperate.

Frunzele sunt simple decusat-opuse, cu stipule interpeţiolare, libere sau unite, încât devin foliacee, asemănătoare frunzelor. Astfel, plantele apar ca având frunze verticilate. Spre deosebire de stipule, frunzele adevărate se recunosc prin prezenţa mugurilor axilari care dau naştere la lăstari sau flori.

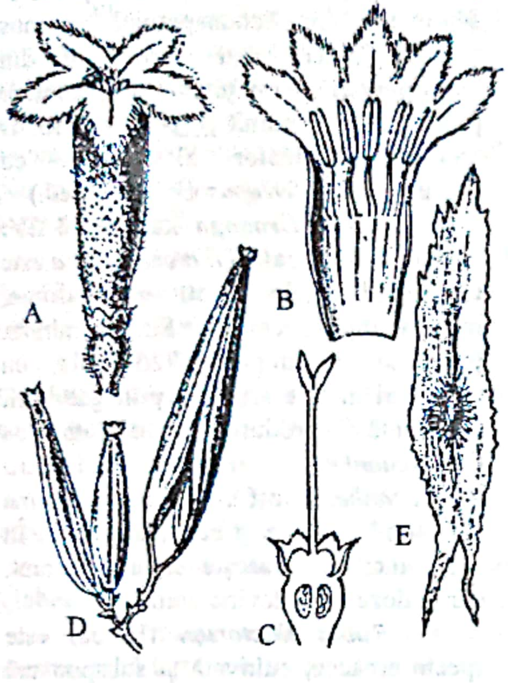


Fig. 412. *Cinchona succirubra:* A – floare; B – secţiune longitudinală în floare cu corolă şi androceu; C – secţiune longitudinală în ovar; D – fructe; E – sămânţa (după Karsten)

Florile sunt bisexuate, radiare, pe tipul 5 sau 4, dispuse în cime axilare sau în inflorescenţe paniculate, terminale, sinsepale şi simpetale. Corolele au formă de farfurie cu picior, alteori treptat scurtate şi apoi plane cu corolă rotată (ca la *Galium sp.*). Gineceu cu numeroase până la 2 sau 1 carpelă, concrescute cu caliciul şi în aparenţă cu poziţie inferioară. Fructele sunt iniţial capsule cu numeroase seminţe şi din acestea au derivat fructele drupă sau cele scindabile.

$$*, \circ \,|\, \circ\ K_{(4,5,8)}C_{(4,5,8)}A_{4,5,\infty}\overline{G}_{(2);(1-\infty)}$$

Din punct de vedere anatomic, la rubiaceae se află fascicule colaterale.

Din punct de vedere biochimic, unele forme lemnoase tropicale produc alcaloizi: chinină, cofeină, cinchonină, emetină, iar altele glicozizi, saponine, taninuri şi substanţe tinctoriale.

Pe baza numărului de ovule din loculii ovarului şi al fructului, fam. *Rubiaceae* se divide în două subfamilii: *Cinchonoideae* şi *Coffeoideae*.

Subfamilia *Cinchonoideae*

Ovar cu numeroase până la puţine ovule în fiecare locul. Fructul este o capsulă cu mai multe seminţe.

Genul ***Cinchona*** cuprinde circa 40 de specii lemnoase sud-americane, dar cultivate astăzi peste tot în zona tropicală. Dintre acestea amintim pe *C. succirubra* (Chinina roşie) (fig. 412) şi *C. officinalis* (Chinina gri). Scoarţa acestor arbori (*Cinchonae succi-rubrae cortex*, off.) conţine un mare număr de alcaloizi: chinina, cinchonina. Chinina este produsul cel mai eficace în tratamentul malariei. Se mai utilizează şi în tratamentul varicelor.

Uncaria gambir este liană indoneziană. ***Gardenia florida*** se află în China.

Subfamilia *Coffeoideae*

Ovar cu câte un singur ovul în fiecare locul. Fruct variat, drupă, bacă sau schizocarp (dicariopsă).

Genuri principale: *Coffea*, *Uragoga* (= *Cephaelis*), *Rubia*, *Myrmecodia*, *Hydnophytum*, *Asperula*, *Galium* ş.a.

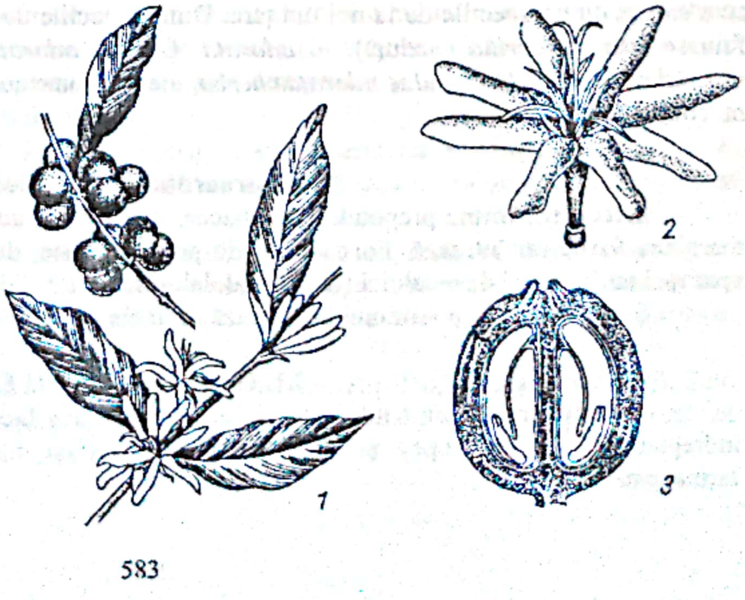


Fig. 413. *Coffea arabica:* 1 – lăstari cu flori şi fructe; 2 – floarea; 3 – secţiune longitudinal în fruct (după Soó)

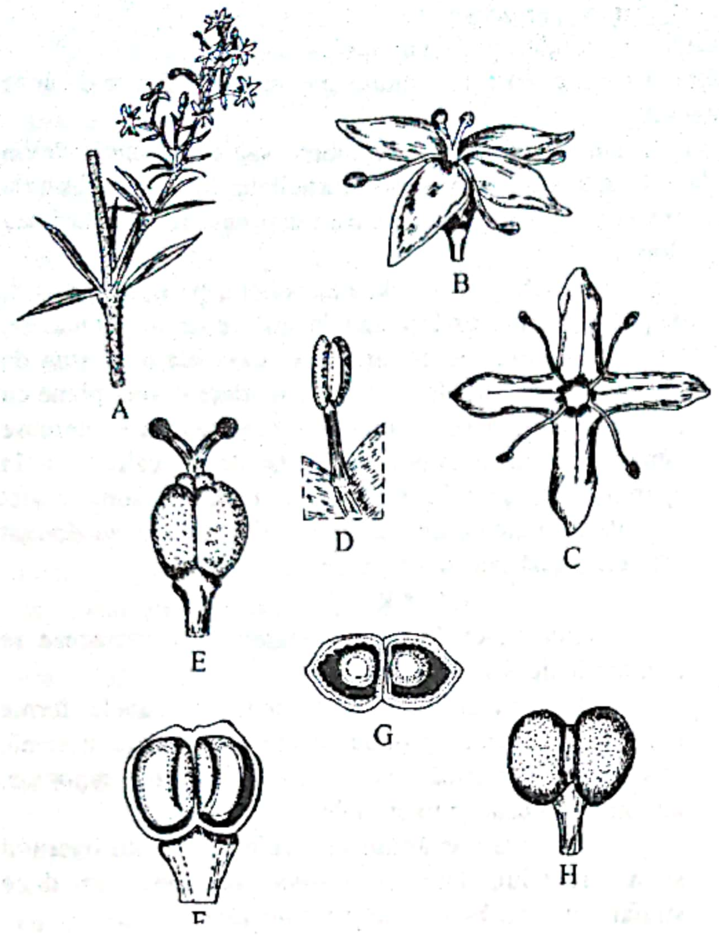


Fig. 414. *Galium vernum:* A – inflorescența axilară cu numeroase flori bisexuate actinomorfe; B – floarea pe tipul 4 ; C – corola cu tubul foarte scurt și lobii petalelor cu vârfurile îndoite spre interior; D – stamine cu filamentul inserat între doi lobi ai corolei; E – gineceul cu ovar inferior, continuat cu un stil scurt și două stigmate globuloase; F – secțiune longitudunală în ovar; G – secțiune transversală în ovar; H – fructe glabre (după Hichey et King)

Genul ***Coffea*** încadrează 60 specii, numeroși hibrizi și cultivaruri răspândite peste tot în zona paleotropicală. *C. arabica* (fig. 413) și *C. liberica* sunt cele mai importante specii arbustive din zonele paleotropicale. Boabele de cafea (care reprezintă semințele cu endospermul cornos constau în cea mai mare parte din endospermul semințelor care conține purin-derivatul numit cofeină, un produs chimic asemănător alcaloizilor, cu acțiune tonică (*Syrupus Coffeae*, med.)

Genul ***Uragoga*** încadrează 200 specii intertropicale. *U. ipecacuanha* este un subarbust de 40-50 cm înălțime, originar din America de Sud și cultivat peste tot la tropice. Rădăcinile, cu umflături inelare separate prin gâtuituri, reprezintă produsul medicamentos (*Ipecacuanhe radix, Tinctura Ipecacuanhe*, off.), care conține alcaloidul emetina și saponine acide. În doze mici se folosește ca expectorant, dar în doze mari devine vomitiv.

Rubia tinctorum (Roibă) este specie erbacee, cultivată și subspontană în zone calde și temperate. În rădăcini conține o materie colorantă roșietică. Aceasta este o heterozidă, care în prezența enzimei rubiaza se transformă în glucoză și alizarină (colorant antracenic). Aceasta era utilizată la colorarea țesăturilor.

Genurile ***Myrmecodia*** și ***Hydnophytum*** cuprind specii epifite cu bulbi, mirmecofile (pe care trăiesc furnici) și sunt răspândite în Indo-Malaezia.

Unele specii tropicale de ***Psichotria*** și ***Pavetta*** prezintă umflături mici, ale frunzelor, ca niște noduleţe, în care se află bacterii simbiotice.

În flora României se află specii erbacee ale genurilor: ***Asperula, Galium, Sherardia*** și ***Crucianella***, cu următoarea formulă florală: $* K_{(4)}[C_{(4)}A_{(4)}]\overline{G_{(2)}}$

Galium odoratum (Vinarița), ***G. aparine*** (Turița), ***G. verum*** (Sânziene galbene) (fig. 414) sunt câteva dintre speciile de la noi din țară. Dintre speciile de ***Asperula*** mai frecventă în pădurile de foioase este *A. taurina* (Steluță). *A. odorata* (*Galium odoratum*) se află mai ales în făgete și are utilizări medicinale (*Asperulae odoratae herba*, med.). Toate aceste genuri și specii din flora României nu conțin alcaloizi.

5.7. Supraordinul *SOLANANAE*

Încadrează forme preponderent erbacee, mai rar lemnoase, cu frunze alterne, fără stipule, cu marginea foarte rar întreagă. Formarea endospermului este, de regulă generală, celulară. La acestea apar mai multe tipuri de alcaloizi (dar nu indolalcaloizii și iridoidele).

Sistematica. Supraordinul încadrează ordinele: *Solanales* și *Boraginales*.

7.1. Ordinul *SOLANALES*

Caracteristicile lor sunt fasciculele conducătoare bicolaterale, ovulele anatrope cu vârful îndreptat în sus (epitrope) și prezența alcaloizilor și tropanalcaloizilor, unii cu importanță farmaceutică.

Sistematica. Pe baza mai multor criterii morfo-anatomice și moleculare, ordinul încadrează familiile: *Solanaceae*, *Convolvulaceae* și *Cuscutaceae*.

Familia *Solanaceae*

Sunt plante preponderent erbacee (perene sau unianuale), mai rar lemnoase (arbuşti sau arbori mici). Frunzele sunt deseori divizate sau chiar compuse, dispuse altern sau opus (pe ramuri florifere), fără stipule.

Florile sunt bisexuate, actinomorfe, sinsepale și simpetale, tetraciclice pentamere, solitare sau în inflorescențe cimoase. Staminele, de regulă generală, 5, toate fertile sau unele mai scurte, sterile, cu antere, uneori poricide. La baza filamentelor se află disc nectarifer intrastaminal. Gineceul este compus din două carpele (rareori 5) superior, iar ovarul bilocular sau 3-5 locular (prin divizare internă secundară). Placentația este groasă, axilară sau parietală, ovule numeroase în fiecare locul (caractere plesiomorfe). Sunt plante entomofile sau ornitofile, adesea autogame (mai ales cele cultivate). Fructul bacă sau capsulă.

Din punct de vedere morfo-anatomic, solanaceele se caracterizează prin prezența perilor glandulari foarte caracteristici, a liberului intern perimedular și a oxalatului de calciu sub formă de nisip, prisme sau macle.

Solanaceae-le, din punct de vedere biochimic, sunt recunoscute prin prezența tropanalcaloizilor în organele vegetative, uneori și în fructe: solanina, atropina, scopolamina, capsicina ş.a. Procentul acestora determină utilizarea lor fitofarmaceutică, dar și toxicitatea plantelor respective.

$$* K_{(5)}[C_{(5)}A_5]G_{\underline{(2):(5-2)}}$$

Construcția și ramificarea lăstarului lor este adesea greu de interpretat, ca urmare a concreșterilor și a deplasărilor frunzelor și florilor.

Familia încadrează 90 genuri cu circa 2600 specii răspândite în regiunile calde și temperate ale globului.

Datorită prezenței atât a unor caractere plesiomorfe dar și apomorfe, familia ocupă o poziție intermediară între familiile cu flori actinomorfe și cele cu flori zigomorfe.

A. *Solanaceae* cu fruct bacă

Genul ***Lycium*** cuprinde peste 100 specii. Cultivat și subspontan la noi este *L. barbarum* (Cătina de garduri), un arbust spinos, cu flori violacei și bace roșii.

Genul ***Atropa*** cu specia *A. belladonna* (Mătrăguna, Doamna codrului) (fig. 415 1-6), care este specie perenă erbacee, cu bace negre-albăstrui, de mărimea unei cireșe, însoțite de caliciul remanescent. Utilizări farmaceutice, datorită alcaloidului atropină, au frunzele, rădăcinile și fructele (*Belladonnae folium, Tinctura Belladonnae*, off.).

Genul ***Solanum***, cu specia alotetraploidă *S. tuberosum* (Cartoful) (fig. 416). A ajuns în Europa în secolul XVI. Formele de origine trebuie căutate în Anzii Peruvieni ai Boliviei, Argentinei de Nord și Chile (subsp. *andigenum* ş.a.). Se utilizează tuberculii. Bacele sunt toxice. *S. melongena* (Vinetele) se cultivă pentru fructele mari, care înainte de maturarea deplină, au o valoare alimentară deosebită. **S. laciniatum* (Zârnă australiană) o specie erbacee, unianuală, robustă, cu deosebită valoare medicinală. Părțile aeriene (*Solani laciniati herba*, med.) conțin alcaloizi variați: solanina, solasonida, solamagrina. Din aceștia, prin semisinteză, se obțin hormoni steroizi cum ar fi: cortizon, testosteron, progesteron, cu largă aplicabilitate medicinală. *S. dulcamara* (Dulce-amar, Lăsnicior) este o liană cățărătoare, frecventă în locuri umede, umbroase. Este ușor otrăvitoare. *S. nigrum* (Turbarea câinelui, Zârnă) este o specie erbacee segetală și ruderală.

Genul ***Lycopersicon*** încadrează 7 specii cu origine sud-americană: **L. esculentum* (Tomate, Pătlăgele roșii) la care bacele, de diferite forme și culori (roșu-portocalii) au valoare alimentară și industrială.

Genul ***Capsicum*** încadrează 50 specii originare din America tropicală: **C. annuum* (Ardeiul) este cultivat în numeroase cultivaruri și convarietăți pentru valoarea alimentară și condimentară a fructelor. Capsicina din fructe, în doze mici, mărește pofta de mâncare, stimulează secrețiile gastrice. În doze mari devine nocivă sănătății.

Genul ***Physalis*** cu specia cea mai cunoscută *Ph. alkekengi* (Păpălău, Cireașa Ovreiului). Este specie erbacee spontană în tufărișuri, margini de pădure. Baca portocalie este înconjurată total de caliciul acrescent și remanescent, veziculos umflat.

Genul ***Mandragora*** (Selmelec, Mandragora) încadrează 4 specii mediteraneene, plante perene, cu rădăcina îngroşată toxice prin alcaloizi din grupa hiosciaminei. La unele dintre acestea bacele sunt comestibile. Ex. *M. officinarum* ş.a.

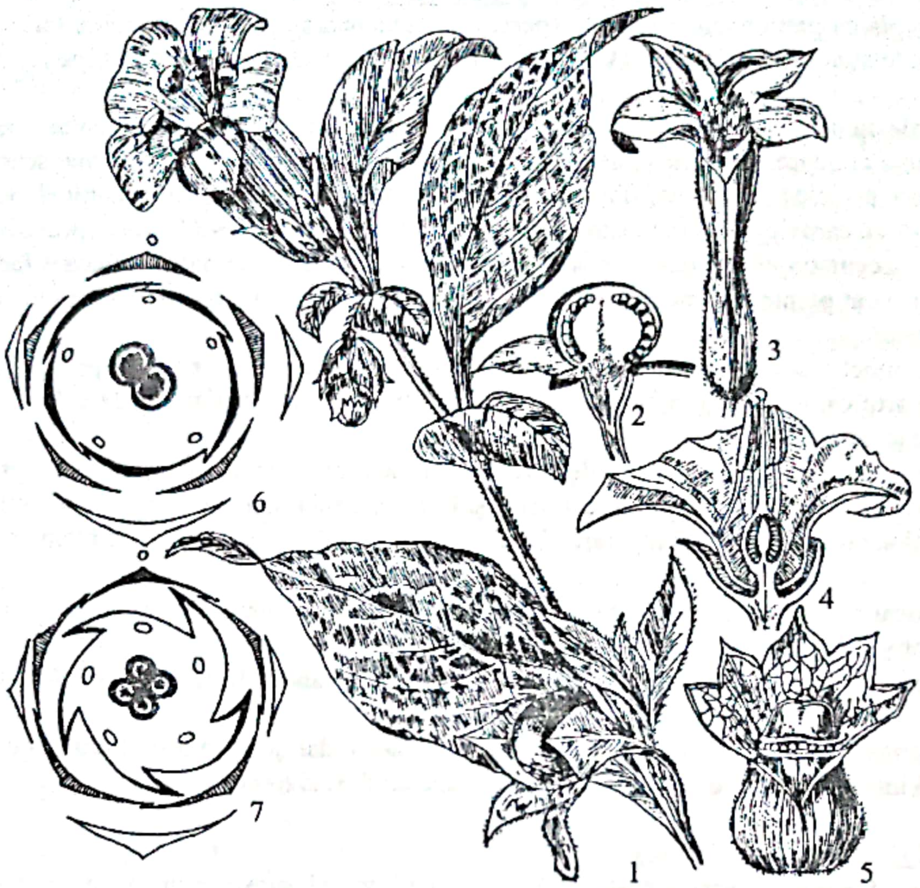


Fig. 415. *Atropa belladonna:* 1 – lăstar cu flori şi fructe; 2 – secţiune longitudinală în fruct; 3 – floarea; 4 – secţiune longitudinală în floare; 5 – fructul însoţit de caliciul remanescent; 6 – diagrama florii; 7 – diagrama florii de *Datura stramonium* (după Soó)

B. Solanaceae cu fruct capsulă

Genul ***Nicotiana*** cuprinde 75 de specii răspândite în zone calde ale Americii de Sud, Australiei, Polineziei. *N. tabacum* (Tutunul) (fig. 417) este specie alotetraploidă, rezultată, probabil, în nord-vestul Argentinei, din speciile sălbatice: *N. ortophora* şi *N. sylvestris*. În America de Sud cultivarea tutunului era, deja, cultură precolumbiană. Astăzi se cultivă în întrega lume. *N. rustica* (Tutunul ţărănesc) are, probabil, originea în Peru. De la ambele specii nu sunt cunoscute forme sălbatice sigure. *N. alata* (Renina nopţii) este specie ornamentală, cu flori plăcut mirositoare, albe sau roşietice.

Genul ***Petunia*** încadrează 14 specii sud-africane. **P. x atkinsiana* (= *P. hybrida*) este plantă ornamentală valoroasă, larg cultivată, cu corola variat colorată.

Genul ***Hyoscyamus***, în România cu 2 specii: *H. niger* (Măselariţă), care are flori galben-murdar şi corola uşor zigomorfă. Fructul este o capsulă cu căpăcel (pixidă). Au utilizări farmaceutice şi medicinale frunzele, seminţele (*Hyosciami folium, semen*, off.), dar şi partea aeriană *Hyosciami mutici herba*, med.); *H. albus* (Măselariţă albă) mult mai rară decât prima specie.

Genul ***Datura*** cuprinde 10 specii din zone temperate şi tropicale. *D. stramonium* (Ciumăfaie, Bolindariţă) (fig. 415-7) este specie ruderală, unianuală, cu flori mari albe, în formă de pâlnie, capsulele mari, spinoase, cu dehiscenţă septifragă. Utilizări farmaceutice au frunzele şi seminţele (*Stramonii folium, semen*, off.). **D. arborea* se cultivă în sere.

Genul ***Scopolia*** cu specia *S. carniolica* (Mutulică), o plantă perenă, robustă, cu rizom gros. Florile sunt solitare, pedicelate, vişinii la exterior şi galbene la interior, iar fructul o pixidă. Creşte în păduri de foioase din zona montană. Utilizări medicinale au rizomii (şi frunzele) (*Scopoliae folium, rhizoma*, med.), colectaţi primăvara sau toamna şi folosiţi în boli cardiace, urinare, digestive etc. Aceştia conţin tropanalcaloidul scopolamina.

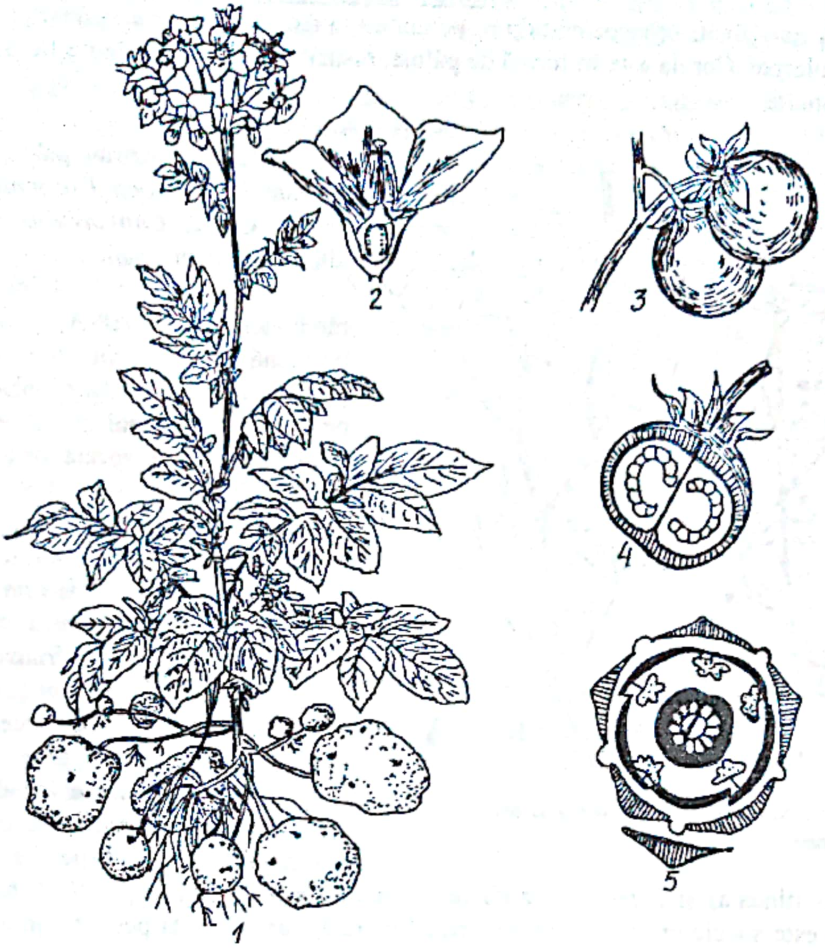


Fig. 416. *Solanum tuberosum*: 1 – habitusul plantei; secţiune longitudinală în floare; 3 – fructe; 4 – secţiune transversală în fruct; 5 – diagrama florală (după Anghel et al.)

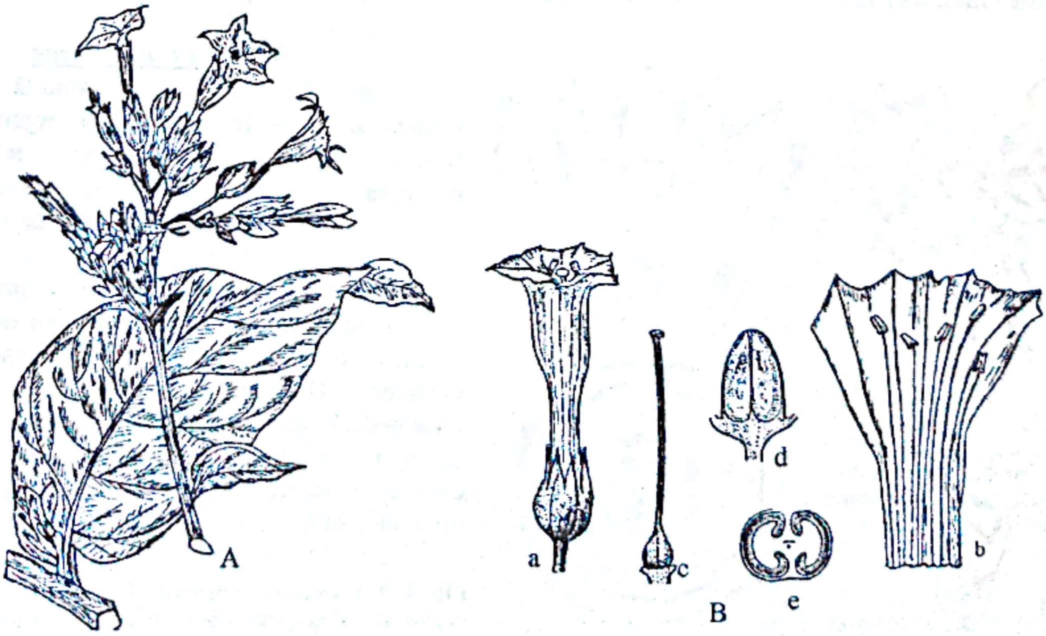


Fig. 417. *Nicotiana tabacum:* A – frunza şi inflorescenţa; B – floarea; a – floarea; b – secţiune longitudinală (corola şi androceul); c – gineceul; d şi e – fructul tânăr în secţiune longitudinală şi transversală (după Karsten)

Familia *Convolvulaceae*

Acestea sunt plante erbacee cu tulpini volubile sau târâtoare, cu frunze alterne şi flori mari, pe tipul 5, variat colorate. Corola este în formă de pâlnie, răsucită în stare de mugure floral. Fructul este o capsulă cu 4 seminţe.

$$* K_{(5)}[C_{(5)}A_5]G_{\underline{(2-5)}}$$

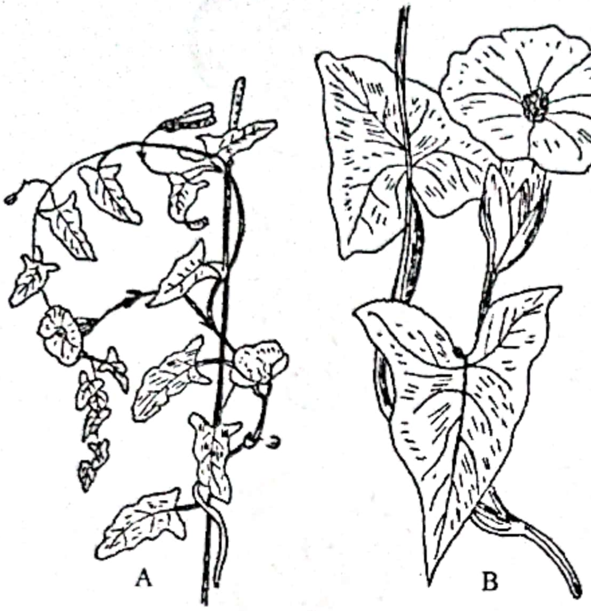


Fig. 418. *Convolvulaceae:* A – *Convolvulus arvensis*; B – *Calystagia sepium*

Genuri principale: *Convolvulus, Calystegia, Ipomoea, Exogonium* ş.a.

Genul ***Convolvulus*** cuprinde circa 300 specii cosmopolite.

C. arvensis (Volbura, Rochiţa rândunicii) (fig. 418-A) este frecventă ca buruiană segetală, dar şi ruderală. Datorită glicozidului convolvulina planta este toxică pentru animale, mai puţin pentru porci. *C. scamonia* este o specie originară din Asia Mică. Prezintă o rădăcină tuberizată pivotantă din care se extrage o rezină cu acţiune purgativă („*rezina scamoniae*"). *C. tricolor* (Frumoasa zilei) este singura specie a genului cultivată pentru ornament, fiind ornamentală prin flori şi frunze.

Calystegia sepium (Cupa vacii) (fig. 418. B) creşte prin locuri umede, zăvoaie, pe garduri şi are flori mari, albe.

Genul ***Ipomoea*** încadrează 300-400 specii răspândite în zonele calde. Cultivate pentru ornament sunt speciile: *I. purpurea* (Zorele, Bună-dimineaţa) şi *I. tricolor,* ambele originare din America tropicală. *I. batatas* (Batatul, Cartoful dulce) este specie originară din America Centrală, dar cultivată peste tot în zonele calde ale globului. Rădăcinile mari, tuberizate, sunt bogate în amidon (ca şi tuberculii cartofului) şi sunt utilizate în alimentaţia omului şi în industrie.

Genul ***Exogonium*** are ca reprezentant specia *E. purga*, specie erbacee perenă, originară din Mexic, dar cultivată peste tot în zone calde. În pământ prezintă un rizom lung şi ramificat, cu numeroase rădăcini adventive tuberizate, de diferite forme, de la fusiforme până la sferice. Rădăcinile tuberizate (*Jalapae radix , resina*, off.) conţin o rezină cu acţiune purgativă puternică.

Familia *Cuscutaceae*

Familie apropiat înrudită cu *Convulvulaceae*- le, cu aceeaşi organizare florală. Sunt, însă, plante erbacee holoparazite, fără clorofilă şi lipsite de trofofile. Ele parazitează pe tulpini de plante erbacee sau arbustive, spontane şi cultivate. Rădăcinile sunt prezente numai în primele faze de germinare a seminţei şi apoi dispar. Tulpinile sunt volubile, albicioase, gălbui sau violacee. Hrănirea se realizează prin intermediul haustorilor, care absorb seva elaborată din vasele floematice, dar şi cantităţi mici de sevă brută (din trahei) cu microelemente.

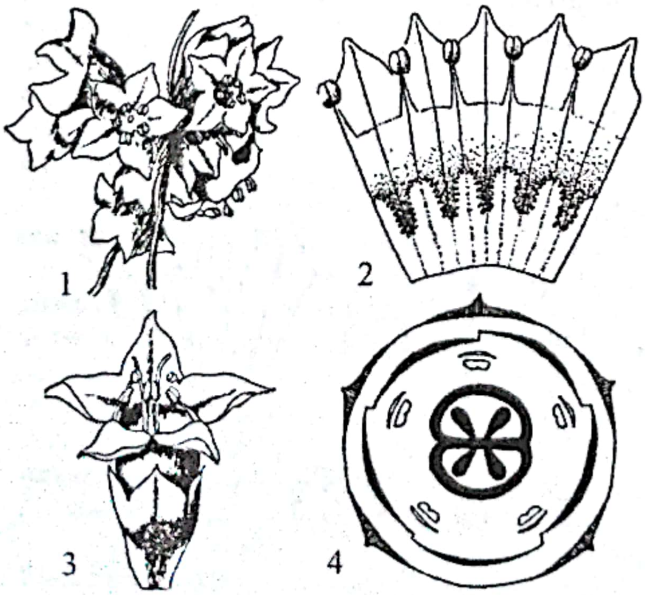


Fig. 419. *Cuscuta epithymum*: 1 – lăstar cu frunze rudimentare şi glomerule de flori; 2 – corola etalată cu staminele fixate prin filament pe tubul corolei; 3 – floarea; 4 – diagrama florală (după Soó)

Florile sunt sinsepale şi simpetale, pe tipul 5, iar fructul este o capsulă cu 2-4 seminţe. Numărul mic de seminţe pentru o buruiană este, însă, compensat de numărul mare de flori de pe axul lăstarului.

Speciile de ***Cuscuta*** sunt buruieni de carantină, fiind foarte păgubitoare, mai ales culturilor de lucernă şi trifoi. În România, mai comune sunt speciile: *C. trifolii*, *C. epithymum* (fig. 419) ş.a.

Monografia *Cuscutaceae*- lor din România a fost întocmită de Al. Buia.

7.2. Ordinul *BORAGINALES*

Din punct de vedere biochimic, faţă de *Solanales*, la *Boraginales* se află alcaloizi din altă clasă şi anume pirolizidinalcaloizi.

Ovulele sunt tot anatrope, cu vârful îndreptat în sus. Prezintă fascicule conducătoare colaterale.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Hydrophyllaceae* şi *Boraginaceae*.

Familia *Hydrophyllaceae*

Familie cu 275 specii răspândite în America, Asia de N-E şi Africa de Sud, foarte plastice din punct de vedere ecologic: xerofile, sciafile, hidrofile, acvatice etc.

Cea mai cunoscută este ***Phacelia tanacetifolia*** (fig. 408-3), o excelentă plantă meliferă de origine nord-americană, cultivată pentru acest scop.

Familia *Boraginaceae*

Familie eterogenă, cu circa 2500 specii cosmopolite, exceptând regiunile reci ale globului.

Acestea sunt preponderant plante erbacee, rareori arbuşti ornamentali (*Ehretia*), acoperite peste tot cu peri rigizi, rareori glabre, ca la *Cerinthe* (Pidosnic). Frunzele sunt alterne, fără stipule. Florile nu sunt niciodată solitare, ci grupate în inflorescenţe cimoase scorpioide, numite cincine, de cele mai multe ori câte două şi se numesc cincine geminate.

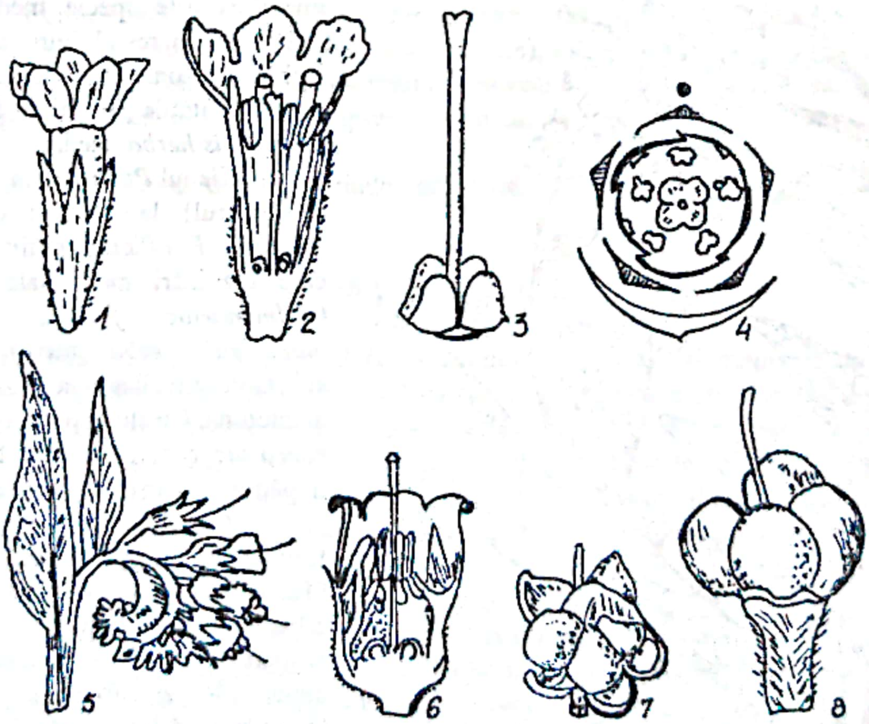


Fig. 420. Flori şi fructe la *Boraginaceae*: 1 – *Anchusa officinalis*: 1 – floarea văzută din profil; 2 – floarea în secţiune longitudinală; 3 – gineceul cu ovar 4- partit şi stilul ginobazic; 4 – diagrama florală; 5 – *Symphytum officinale*: (vârful unui lăstar cu cincine geminate); 6 – floarea în secţiune longitudinală cu fornice (apendici epipetali); 7 – *Cynoglossum officinale* – tetraachena); 8 – *Lithospermum officinale* – tetraachena (după I. Pop)

Florile (fig. 420) sunt bisexuate, radiar simetrice sau, rareori, slab zigomorfe (ca la *Echium*). Corola este frecvent răsfrântă către interior şi prezintă 5 solzi ai gâtului, care alcătuiesc fornicele, (apendici epipetali), sau smocuri de perişori, prin care accesul vizitatorilor florilor spre tubul corolei este îngreunat. Staminele 5, sunt inserate pe tubul corolei sau la fundul acesteia. Gineceul este alcătuit din 2 carpele concrescute, care devine 4-compartimentat prin pereți despărțitori falși. În final se formează fructul alcătuit din 4 încăperi, fiecare cu câte o sământă (tetraachenă) (fig. 420). Astfel de fruct se află și la *Lamiaceae*, cu deosebirea că la *Boraginaceae* micropilul ovulelor este îndreptat în sus și de aceea și radicula este orientată spre în sus.

$$* K_{(5)}[C_{(5)}A_5]G_{\underline{(2)}}$$

Alcaloizii se află la puțini reprezentanți (*Heliotropium europaeum, Cynoglossum sp.*).

Părțile aeriene ale plantelor, datorită substanțelor mucilaginoase pe care le conțin, sunt utilizate empiric ca infuzii contra tusei. Materii colorante se află în rădăcinile de la diverse boraginacee (*Alkanna, Anchusa, Echium, Onosma* ș.a.).

Sistematica. *Boraginaceae-* le reprezintă o familie mare și eterogenă, divizată în patru subfamilii: 1. *Sebestenoideae* (cu arbori și arbuști din zone calde ale globului); 2. *Ehtretioideae* (arbori sau arbuști din Asia, cu fructe drupe comestibile); 3. *Heliotropioideae* (sau *Heliotropiaceae*); 4. *Boraginoideae* (sau *Boraginaceae* s. str.). Se vor prezenta numai ultimele două subfamilii (familii).

Subfamilia *Heliotropioideae* (*Heliotropiaceae*)

Florile au stil terminal, așezat în vârful ovarului, care la început este întreg, nesegmentat. Fructul este drupaceu, care ulterior se împarte în achene. ***Heliotropium europaeum*** (Vanilia sălbatică) este o specie frecventă, mai ales în sudul țării, ca buruiană în culturi. ***H. arborescens***, specie originară din Peru, se cultivă pentru ornament, în spații închise. Are flori mai mari, roșii.

Subfamilia *Boraginoideae* (*Boraginaceae*)

Flori cu stil ginobazic, așezat între diviziunile ovarului, adânc 4-partit încă de la început. Stilul este exert din corolă. Fruct uscat, o tetraachenă.

La multe boraginacee, după polenizare și fecundare, are loc o virare a culorii petalelor de la roșu la albastru-violaceu.

Borago officinalis (Limba mielului) este specie mediteraneană și sălbăticită în restul Europei (inclusiv în Dobrogea-România). Utilizări medicinale au extremitățile plantei cu frunze și flori (*Boraginis herba*, med.).

Genul ***Pulmonaria*** (Plămânărică, Cuscrișorul) la noi cu câteva specii spontane: *P. officinalis* (fig. 421-B) de la care utzilizări medicinale au frunzele (*Pulmonariae folium, Pulmonariae maculosae herba*, med.) care conțin substanțe mucilaginoase, saponozide și alantonină. Crește în păduri de foioase. *P. rubra* are corolele constant roșii. Crește în păduri de fag cu rășinoase din Carpați.

Genul ***Symphytum*** prezintă fornice la gâtul corolei. *S. officinale* (Tătăneasă) (fig. 421-A) este plantă erbacee robustă, cu flori roșii-violacei grupate în cincine geminate. Utilizări medicinale au frunzele și rădăcinile (*Symphyti folia, radix*, med.). Este recomandată și ca plantă furajeră, ce poate fi cultivată în acest scop. *S. tuberosum* (Iarba lui Tatin) are flori galbene și crește în păduri de foioase. *S. cordatum* (Brusture negru) este endemit carpatic frecvent în făgete montane, umede, umbroase.

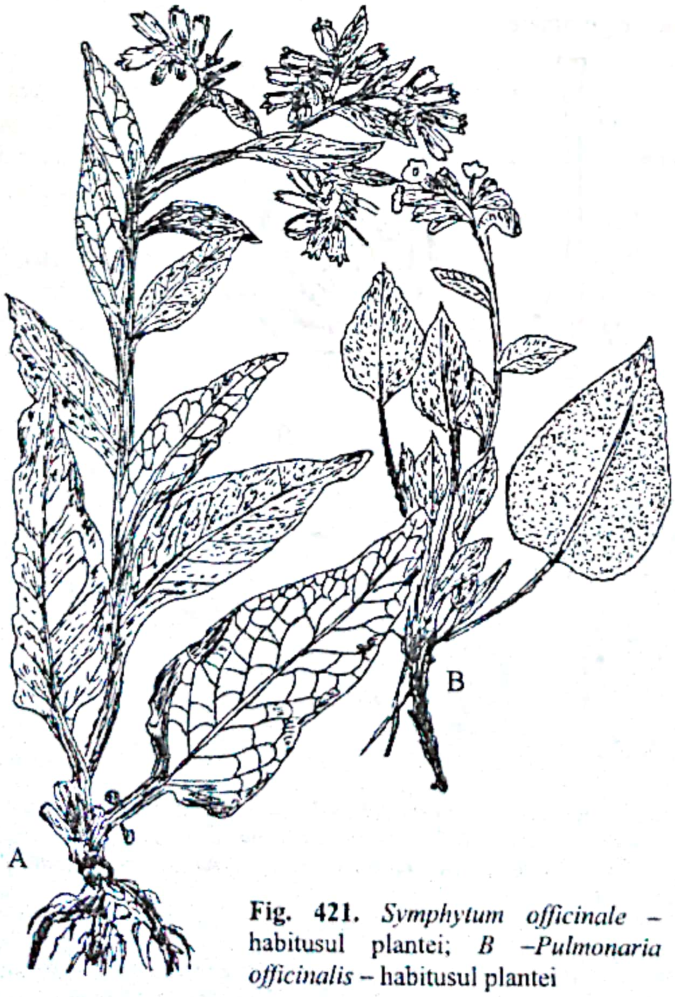


Fig. 421. *Symphytum officinale* – habitusul plantei; *B* –*Pulmonaria officinalis* – habitusul plantei

Genul ***Cynoglossum*** cu specia mai comună *C. officinale* (Limba câinelui), care este plantă bienală cu flori de culoare roșie-închis, la fel, grupate, în cincine geminate. Utilizări medicinale au rădăcinile (*Cynoglossi radix*, med.).

Genul ***Myosotis*** (Floarea de nu-mă-uita) are corola cu gâtul scurt și prezintă la gâtul ei smocuri de perișori. *M. palustris* este spontană în locuri umede, mlăștinoase. *M. alpestris* și *M. sylvatica* sunt spontane prin păduri, locuri stâncoase, dar se și cultivă ca plante ornamentale prin parcuri și grădini.

Genul ***Lithospermum*** (nume dat cu referire la achenele tari ca piatra). *L. arvense* (Mărgelușe) crește frecvent în terenuri cultivate. *L. officinale* se află sporadic prin tufărișuri, margini de păduri de foioase. Utilizări medicinale are rădăcina (*Lithospermi radix*, med.).

Genul ***Echium*** se caracterizează prin corolele cu tendința de zigomorfie. *E. vulgare* (Iarba șarpelui) este specie perenă frecventă în habitate deschise și are valoare meliferă.

Genul ***Alkanna*** - cu specia *A. tinctoria*, care este specie perenă, sporadic întâlnită pe terenuri nisipoase continentale. Rădăcina pivotantă, adânc înfiptă în sol, conține o materie colorantă antracenică. Are și utilizări medicinale (*Alkannae rubrae radix*, med.).

Importanța economică

Unele specii ale genurilor exotice *Myxa, Ehretia* au fructe comestibile. Ca plante ornamentale se cultivă specii ale genurilor *Heliotropium, Myosotis, Borago, Echium* ș.a. Ca plante medicinale au valoare *Cynoglossum officinale* (care conține alcaloizi puțin toxici), *Borago officinalis, Pulmonaria officinalis, Lithospermum officinale, Alkanna tinctoria* ș.a. Unele se întâlnesc prin culturi, ca specii segetale (*Lithospermum arvense, Myosotis arvensis* ș.a.). Sunt și specii cu valoare fitogeografică, caracterizând anumite făgete și amestecuri de fag cu rășinoase (*Symphytum cordatum, Pulmonaria rubra* ș.a.).

5.8. Supraordinul *LAMIANAE*

Acesta se caracterizează prin mai multe caractere apomorfe ale aparatului vegetativ și reproducător: frunze frecvent opuse (mai rar alterne), fascicule conducătoare colaterale, flori preponderent zigomorfe (numai la formele bazale radiare), reducerea numărului staminelor în floare (5 → 4 → 2), dezvoltarea celulară a endospermului (frecvent cu haustori endospermali).

Din punct de vedere biochimic lipsesc alcaloizii, dar are loc larga dezvoltare a iridoidelor carbociclice.

Sistematica. Supraordinul cuprinde ordinele: *Oleales, Scrophulariales, Hippuridales, Lamiales.*

8.1. Ordinul *OLEALES*

Familia *Oleaceae*

Familia încadrează circa 900 specii răspândite în zone tropicale și temperate ale globului.

Sunt arbori, arbuști sau liane, cu frunze simple sau compuse (penate sau 3-foliolate), fără stipule, dispuse opus, Flori dispuse în inflorescențe racemoase sau cimoase, paniculate. O floare este bisexuată, încă radiar simetrică, pe tipul 4, sinsepală și simpetală, de regulă generală cu numai două stamine (rareori 5-6 sau una singură). Gineceul este superior, format din 2 carpele concrescute, în fiecare locul cu 2 ovule anatrope, unitegminate, tenuinucelate. Fructul este o capsulă loculicidă, bacă, drupă sau nucă aripată (monosamară).

$$\ast\ K_{(4)}[C_{(4)}A_{(2)}]G_{\underline{(2)}}$$

Frunzele, scoarța și produsele de exudație conțin substanțe de natură iridoidă carbociclică, zaharuri, substanțe grase, substanțe amare. Utilizarea farmaceutică a plantelor din această familie este limitată, în schimb, valoarea ornamentală și forestieră este apreciabilă.

Genuri principale: *Olea, Ligustrum, Syringa, Fraxinus, Forsythia, Jasminum.*

Genul ***Olea*** (Măslinul) cuprinde 60 de specii răspândite în Lumea Veche (din Africa până în Indo-Malaezia) dar nu în Lumea Nouă (America). În regiunea mediteraneană se află 2 specii. *O. europaea* (fig. 422) este spontană; *O. e.* var. *sativa* (Măslinul cultivat), care este frapant prin frunzele sale gri-argintii, mici, sempervirescente, are fructele drupe comestibile, după saramurare. În pulpa fructului și în endosperm se află ulei comestibil care se numește untdelemn. Uleiul servește, de asemenea, la fabricarea unguentelor și a soluțiilor uleioase injectabile.

Genul ***Ligustrum*** are 40 de specii răspândite în Eurasia şi Australia. *L. vulgare* (Lemn câinesc) este arbust, frecvent în păduri de foioase şi în România. Florile lui sunt albe, plăcut mirositoare, datorită uleiurilor esenţiale pe care le conţin. Fructul este o bacă neagră. *L. ovalifolium* se cultivă pentru garduri vii.

Genul ***Syringa*** are 30 de specii sud-europene şi est-asiatice. Prezintă frunze simple, cu marginea întreagă şi fructul o capsulă loculicidă. *S. vulgaris* (Liliacul) este arbust spontan în regiuni colinare şi montane, dar şi cultivat pentru ornament. *S. josikaea* (Liliacul transilvănean) creşte spontan în câteva locuri din Munţii Apuseni şi Carpaţii de N-E. *S. emodi* creşte în Himalaia.

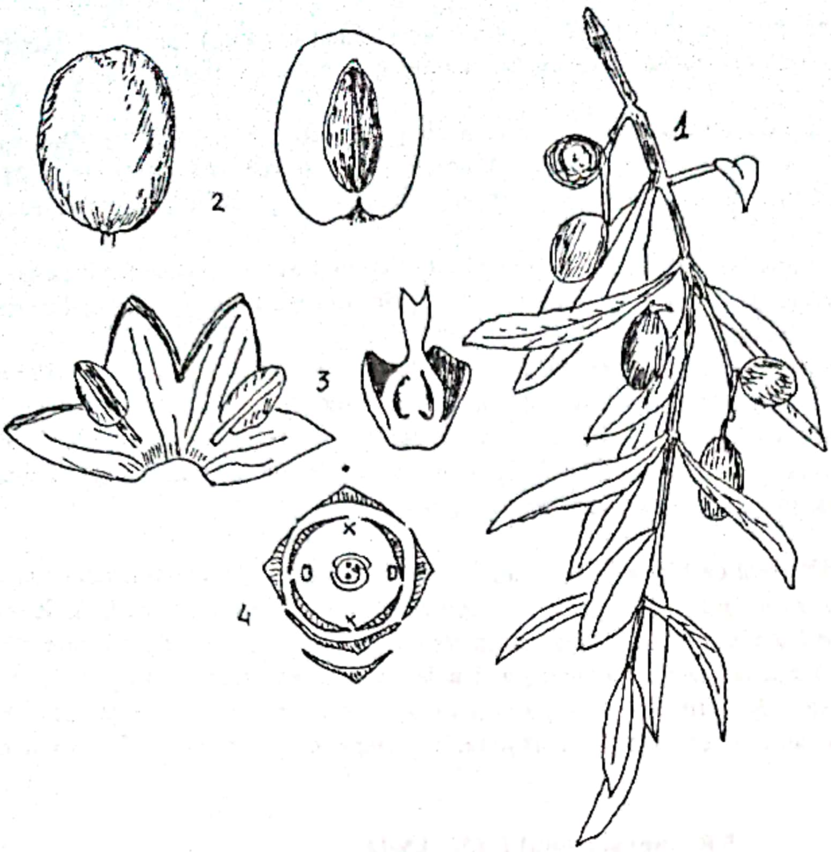


Fig. 422. *Olea europaea:* 1 – lăstar cu fructe; 2 – drupa întreagă şi în secţiune longitudinală; 3 – corola etalată cu cele două stamine (stânga) şi caliciul şi gineceul în secţiune longitudinală (dreapta); 4 – diagrama florală (1, 3- după Karsten şi 2, 4- după Soó)

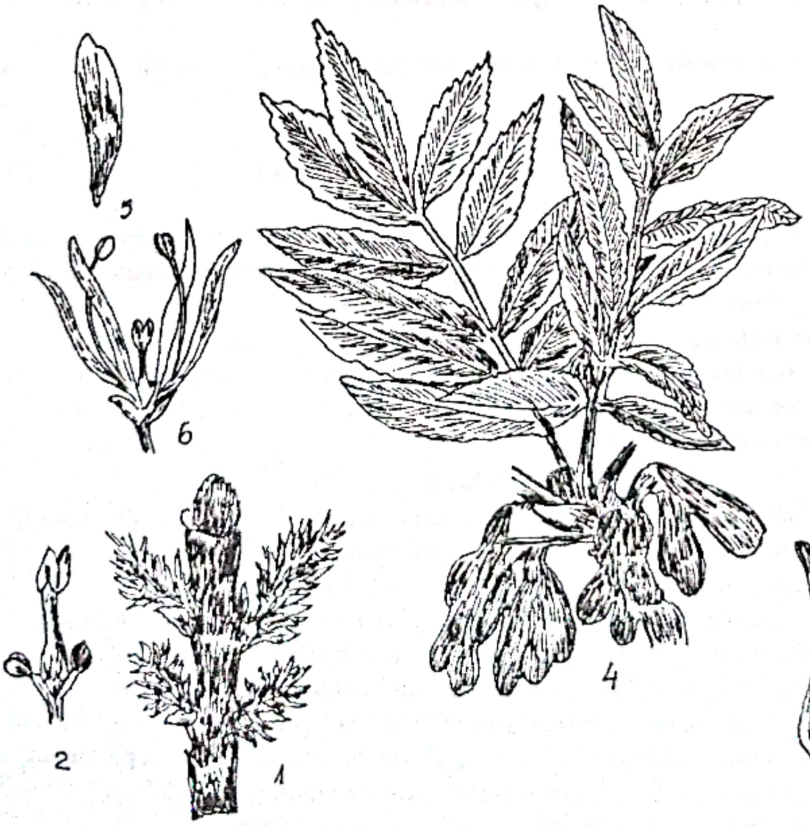


Fig. 423. *Fraxinus excelsior:* 1 – lăstar nefoliat cu flori; 2 – floare bisexuată fără caliciu şi corolă; 3 – gineceul în secţiune longitudinală; 4 – lăstar foliat cu fructe; 5-monosamară; 6 –*Fraxinus ornus*: o floare bisexuată cu caliciu şi corolă (după Kursanov, din I. Morariu)

Genul ***Fraxinus*** (Frasin) cuprinde 70 specii răspândite în Emisfera Nordică. Se recunosc după frunzele mari, imparipenate şi fructul o monosamară (nucă aripată). Construcţia florilor la acest gen este interesantă. *F. ornus* (Mojdreanul) (fig. 423-6) este considerat primordial prin organizarea florii: sepalele adânc divizate, petale albe, unite câte două prin baza lor, puternic odorante. Florile sunt grupate în inflorescenţe paniculate şi polenizate prin insecte. Este un arbore de 6-8 m înălţime, frecvent în păduri de foioase din regiunea de câmpie şi colinară. Prin incizii în ritidomul neted, albicios, se obţine un exudat dulce numit manna, din care se prepară un sirop laxativ pentru copii. *F. excelsior* (Frasinul) (fig. 423 1-5) are caractere derivate, de superioritate, în organizare a florii. Florile sunt mai puţin frapante, apar înaintea frunzelor, nu posedă nici caliciu nici corolă. Pe lângă flori bisexuate apar şi flori unisexuate anemofile. Utilizări medicinale au frunzele (*Fraxini folium*, med.). Creşte spontan în păduri din regiunea de deal şi munte, dar se şi cultivă ca arbore forestier şi de ornament. **F. americana*, **F. pennsylvanica* se cultivă frecvent pentru ornament.

Genul ***Forsythia*** (Ploaie de aur) încadrează 6 specii est-asiatice şi una europeană, arbustive, ornamentale. Florile sunt mari, galbene, axilare, apar înaintea frunzelor: **F. suspensa*, **F. viridissima*, **F. europaea* (relict terţiar albanez).

Genul ***Jasminum*** (Iasomia) încadrează 160 specii răspândite în Lumea Veche, Asia Orientală şi o specie în Peru. În România se află ca specie spontană *J. fruticans* în Dobrogea. *J. officinale* se cultivă pentru „esenţa de iasomie” obţinută din florile sale puternic şi plăcut mirositoare.

Genul ***Phillyrea*** încadrează specii mediteraneene ce intră în alcătuirea tufărişurilor „macchia”.

8.2. Ordinul *SCROPHULARIALES*

Este o linie de evoluţie preponderent erbacee (mai rar cu reprezentnţi lemnoşi), cu flori puternic zigomorfe şi fructe capsule dehiscente, cu numeroase seminţe. Prezintă substanţe bioactive variate, însă lipsesc alcaloizii şi uleiurile eterice.

Sistematica. Ordinul cuprinde 2 familii importante: *Scrophulariaceae* şi *Lentibulariaceae*.

Familia *Scrophulariaceae*

Familie botanică mare, cu circa 4.450 specii cosmopolite.

Acestea sunt plante preponderent erbacee, mai rar arbustive sau arbori (*Paulownia*), cu frunze variate ca formă şi incizii ale marginilor, alterne, opuse sau verticilate, fără stipule.

Inflorescenţele sunt diverse (racemoase sau cimoase), axilare sau terminale. La florile lor (fig. 424) se pot urmări diferite trepte spre zigomorfie (dorsiventralitate) dar şi o specializare pentru polenizarea entomofilă.

La cele mai multe specii, caliciul este alcătuit din 5 sepale. La genul *Veronica* (Şopârliţă) sepala mediană, deseori, este mai mică decât celelalte sau lipseşte cu totul şi caliciul are 4 sepale. La genul *Verbascum* (Lumânărică) corola este aproape actinomorfă, pe când la toate celelalte genuri este clar zigomorfă şi anume, de cele mai multe ori bilabiată. Astfel, la majoritatea genurilor, cele două labii ale corolei sunt clar depărtate unul de altul, la *Scrophularia* (Iarbă neagră, Buberic) şi *Digitalis* (Degeţel, Digitală) labiul superior este puţin depărtat de cel inferior. O situaţie mai deosebită o prezintă corola de la genul *Antirrhinum* (Gura leului) şi *Linaria* (Linariţa), unde labiul inferior al corolei este răsfrânt spre în sus ca „un cer al gurii” şi închide gâtul corolei, care este saciform dilatat la bază (la *Antirrhinum*) şi prevăzut cu un pinten lung (la *Linaria*). Din această cauză corola gamopetală zigomorfă de la *Antirrhinum* se numeşte personată. Androceul, de asemenea, a suferit modificări. (fig. 424). La *Verbascum* sunt 5 stamine, deosebite prin lungimea filamentelor şi acoperirea cu perişori. Stamina a 5-a este prezentă numai ca rudiment (staminodie) la *Scrophularia* sau dispare cu totul la *Digitalis*, unde sunt numai 4 stamine, toate fertile. La alte genuri: *Gratiola* şi *Veronica* se menţin numai 2 stamine fertile, deoarece stamina mediană şi cele două inferioare sunt reduse sau dispar cu totul. La *Calceolaria* se menţin, de asemenea, numai 2 stamine fertile, dar fiecare cu câte o thecă. Gineceul este alcătuit din 2 carpele concrescute, superior, devenit bilocular prin confluenţa placentelor, cu 2 - ∞ ovule anatrope (cu micropilul şi radicula orientate în sus), cu disc nectarifer la baza ovarului.

Polenizarea este entomofilă sau ornitofilă, iar fructul o capsulă sau o bacă. Seminţele sunt albuminate.

$$\circ \,|\, \circ\ K_{(5\text{-}4)}[C_{(5\text{-}4)}A_{5,4,2}]G_{\underline{(2)}}$$

Organele vegetative sunt lipsite de celule şi ţesuturi secretoare, dar conţin heterozide cardiotonice (care în doze mari devin toxice), mucilagii cu acţiune emolientă, iar la unele specii cu acţiune purgativă.

Scrophulariaceae- le reprezintă o familie mare şi eterogenă, atât prin simetria florii, numărul staminelor, dehiscenţa capsulei, formele de viaţă: lemnoase (arbori sau arbuşti), erbacee perene sau mai rar unianuale, uneori subarbustive (chamefite), dar şi modurile de nutriţie.

Cele peste 200 genuri cu circa 4.450 specii sunt grupate în 3 subfamilii: *Verbascoideae*, *Scrophularioideae* şi *Rhinanthoideae*.

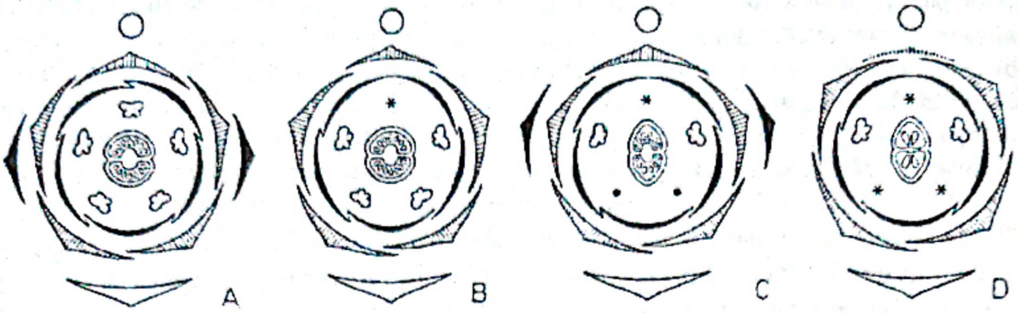


Fig. 424. Progresii în construcţia florii la *Scrophulariaceae*: A – diagrama florii la *Verbascum sp.*; B – la *Digitalis purpurea*; C – la *Gratiola officinalis*; D – la *Veronica officinalis*; se poate urmări reducerea numărului de stamine de la 5 → 2 (steluţele reprezintă stamine dispărute) (după Eichler şi Hartl, din Strasburger, 1999)

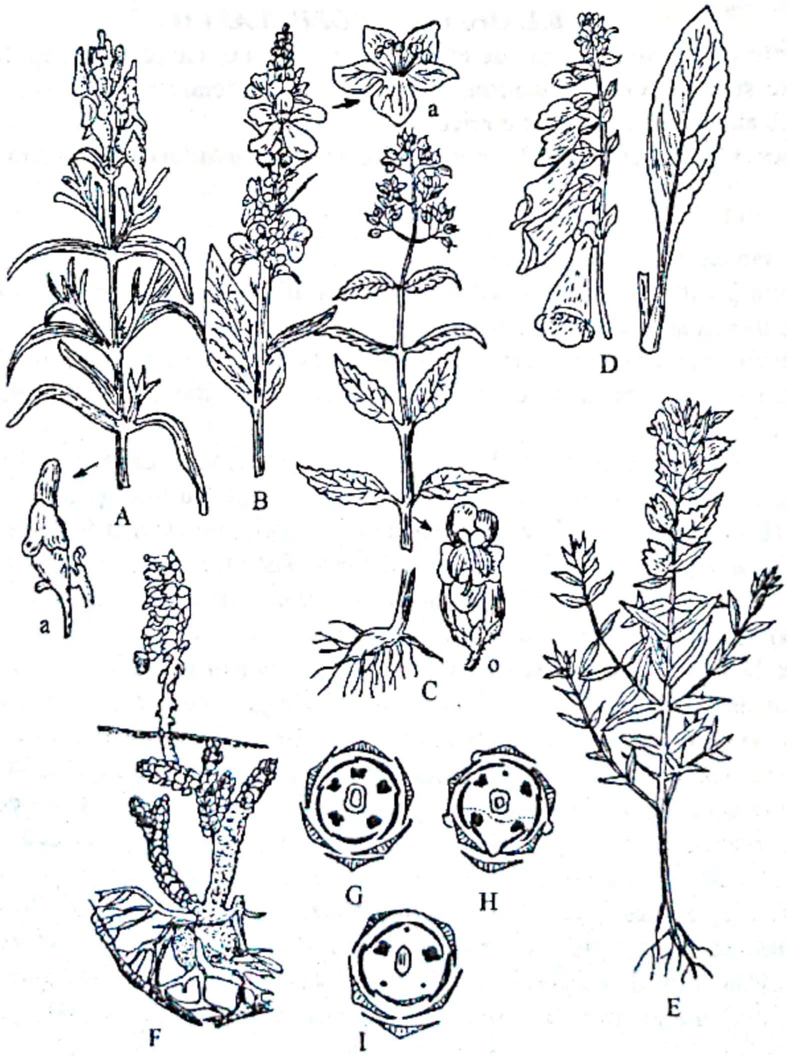


Fig. 425. *Scrophulariaceae:* A – *Linaria vulgaris*; B – *Verbascum nigrum*; C – *Scrophularia nodosa*; D – *Digitalis purpurea*; E – *Rhinanthus minor*; F – *Lathraea squamaria*; Diagrame florale la: G –*Verbascum sp.*; H – *Linaria sp.*; I – *Veronica sp.*; a – flori (după I. Pop)

Subfamilia *Verbascoideae*

La reprezentanții acestei subfamilii toate frunzele sunt alterne, androceul este alcătuit din 5 stamine cu filamentele deseori inegale și acoperite cu perișori violacei purpurii sau albicioși, tubul corolei scurt, iar lobii aproape egali, sau cu 2 petale superioare care acoperă pe cele laterale. Sunt plante autotrofe.

Genul ***Verbascum*** (Lumânărică) se recunoaște prin faptul că organele plantei sunt acoperite de peri pluricelulari, ramificați, morți, care formează la exteriorul organelor aeriene o pâslă deasă cu rol protector împotriva insolației. Au flori galbene și cu valoare medicinală. *V. phlomoides* (Lumânărică) crește în locuri însorite și prezintă flori mari galbene, grupate în racem dens, terminal, simplu sau ramificat. *V. thapsus* și *V. densiflorum* (*V. thapsiforme*) se află în locuri însorite pietroase. Utilizări farmaceutice are corola și staminele (*Verbasci flos, folium*, off.). *V. phoeniceum* (Coada mielului) are flori violacee; *V. nigrum* (fig. 425 B, G) cu flori galbene. Ambele specii sunt frecvente în pajiști, tufărișuri. Genul cuprinde și câteva specii arbustive și numeroși hibrizi.

Subfamilia *Scrophularioideae*

Plante, la care, cel puțin frunzele inferioare sunt opuse, androceu alcătuit din 4 stamine fertile, a 5-a lipsește sau este transformată în staminodie. Sunt specii autotrofe.

Genul ***Scrophularia*** are circa 300 specii eurasiatice. *S. nodosa* (Buberic, Iarbă neagră) (fig. 425-C) este specie erbacee perenă cu rizomi groși, frunze simple dispuse opus, flori violacee-brune, cu corola bilabiată. Rizomii au fost utilizați empiric în tratamentul scrofulozei (tuberculoza ganglionară).

Genul ***Gratiola*** cu o singură specie în România, *G. officinalis* (Veninariță), care crește în locuri umede, mlăștinoase. Are și utilizări medicinale (*Gratiolae herba, radix*, med.), dar utilizată incorect devine toxică.

Genul ***Antirrhinum*** cuprinde 40 specii răspândite în Emisfera Nordică, temperată: **A. majus* (Gura leului) se cultivă frecvent, fiind ornamentală prin florile sale variat colorate și cu corolă personată (în formă de mască sau gură de animal).

****Calceolaria hybrida*** este originară din America de Sud și se cultivă frecvent în spații protejate, ca plantă ornamentală prin florile sale frumos și variat colorate.

****Paulownia tomentosa*** este arbore ornamental prin frunze și flori mari, violacee, care apar înaintea frunzelor. Este de origine sud-est-asiatică.

Subfamilia *Rhinanthoideae*

În floare, cele două petale superioare sunt acoperite de către cele două petale laterale. Subfamilia încadrează atât plante autotrofe, cu frunze verzi, cât și semiparazite sau holoparazite.

Autotrofe sunt genurile: *Digitalis* și *Veronica*; semiparazite: *Rhinanthus* (*Rh. minor*-fig. 425 E), *Pedicularis, Euphrasia, Melampyrum*; holoparazite: *Lathraea*.

Genul ***Digitalis*** (Degețel, Digitală) se recunoaște prin frunzele mari, alterne, întregi sau cu mici crestături pe margine. Corola prezintă un tub cilindric umflat și limbul slab bilabiat. Utilizări farmaceutice au frunzele de la speciile: *Digitalis lanata* (Degețelul lânos) cu flori galbene, o specie balcanică de la care se extrag glicozide utilizate în afecțiuni ale inimii (*Digitalis lanatae folium*, off.); **D. purpurea* (Degețelul roșu) (fig. 425-D), (*Digitalis purpureae folium, Tinctoria Digitalis*, off.) care este mai puțin eficace decât *Digitalis lanata*, dar are și valoare ornamentală. *D. ferruginea* (cu flori galbene, la interior ruginii sau brun-roșcate, cu nervuri liliachii). *D. grandiflora* crește spontan prin păduri de foioase, tufărișuri, cu flori mari galbene.

Genul ***Veronica*** (Șopârliță) (fig. 425-I) încadrează circa 300 specii răspândite în zone temperate și reci ale globului. Florile sunt pe tipul 4, datorită concreșterii celor două petale superioare într-una singură: *V. hederifolia, V. persica*. Utilizări medicinale au părțile aeriene de la *V. chamaedrys* și *V. officinalis* (*Veronicae herba*, med.).

Genuri cu specii semiparazite: perenul ***Pedicularis*** (Darie, Păduchemiță) cu *P. comosa, P. verticillata* (cu flori roșii), *P. oederi* (cu flori galbene); anualele: ***Euphrasia*** (Silur), ***Melampyrum*** (Ciormoiagul, Sor-cu-frate), ***Rhinanthus*** (Clocotiș, Sunătoare).

Holoparazit, cu partea aeriană de culoare albă până la roz-violaceu, este ***Lathraea squamaria*** (Muma pădurii) (fig. 425-F). Crește pe rădăcini de *Alnus, Carpinus, Corylus, Picea* ș.a.

Importanță economică. Unele specii ale genului *Digitalis* conțin heterozide cardiotonice cu importanță medicinală. Corolele cu staminele de la specii de *Verbascum, Gratiola officinalis, Veronica officinalis* ș.a. au utilizări în medicina populară empirică. Ca specii ornamentale au valoare unele *Scrophulariaceae* erbacee: *Calceolaria sp., Antirrhinum sp., Mimulus sp., Linaria sp., Digitalis* *sp.*, ş.a. sau lemnoase (*Paulownia tomentosa*). Numeroase specii ale genurilor *Veronica, Linaria, Melampyrum* ş.a. sunt frecvente şi uneori abundente ca buruieni de culturi.

La *Scrophylariaceae* se ataşază două grupe de familii:
A. Familii cu seminţe albuminate (cu endosperm):

Fam. *Globulariaceae*

Încadrează 250 specii al căror fruct este o nucă.

Familia *Orobanchaceae*

Plante exclusiv holoparazite, fără clorofilă, care îşi extrag hrana din rădăcinile plantei gazdă. Sunt circa 230 specii răspândite în Emisfera de Nord temperată. Ele parazitează dicotiledonate erbacee sau lemnoase, spontane şi cultivate. Florile sunt pe tipul 4, sinsepale şi simpetale, cu 4 stamine inegale ca lungime, înserate pe tubul corolei. Gineceul este bicarpelar unilocular, multiovulat. Fructul este o capsulă polispermă, care poate produce până la 200 seminţe foarte mici, iar pe o plantă (care are raceme multiflore) se produc până la 140.000 seminţe.

$$\circ|\circ\ K_{(2):(4-5)}[C_{(4-5)}A_{2+2}]G_{\underline{(2-3)}}$$

În flora României se află un singur gen: ***Orobanche*** (Lupoaie, Verigel) cu 22 specii erbacee holoparazite, adesea strict specializate pe anumite plante gazdă. Au culori galbene, roşietice, brune, cu frunze solzoase reduse, nefuncţionale. *O. cernua* var. *cumanna* (fig. 426-B) parazitează rădăcinile de floarea-soarelui şi unele composite sălbatice. *O. ramosa* (fig. 426-A) cu axul lăstarului ramificat, parazitează cânepa, tutunul, tomatele ş.a. *O. mutelii* (*O. brassicae*) parazitează pe rădăcinile de varză şi celelalte varietăţi. Toate acestea sunt buruieni păgubitoare culturilor. *O. gracilis* (fig. 427) parazitează pe diverse leguminoase.

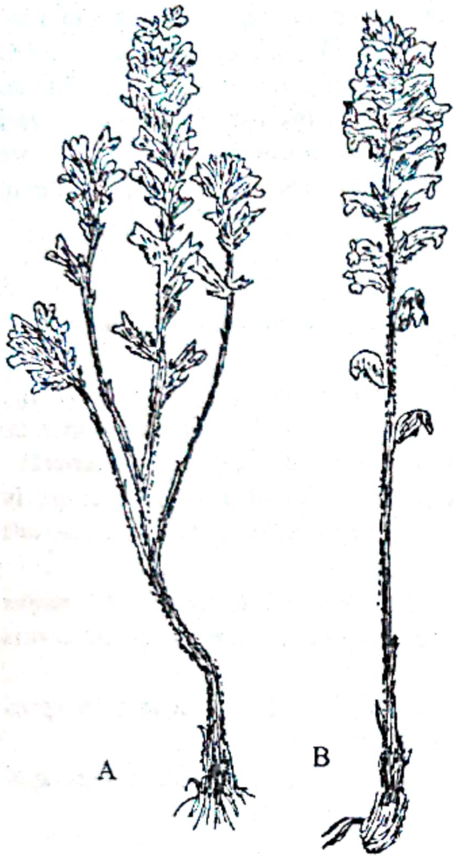


Fig. 426. A - *Orobanche ramosa;* B – *Orobanche cumana* (după Flora R.S.R.)

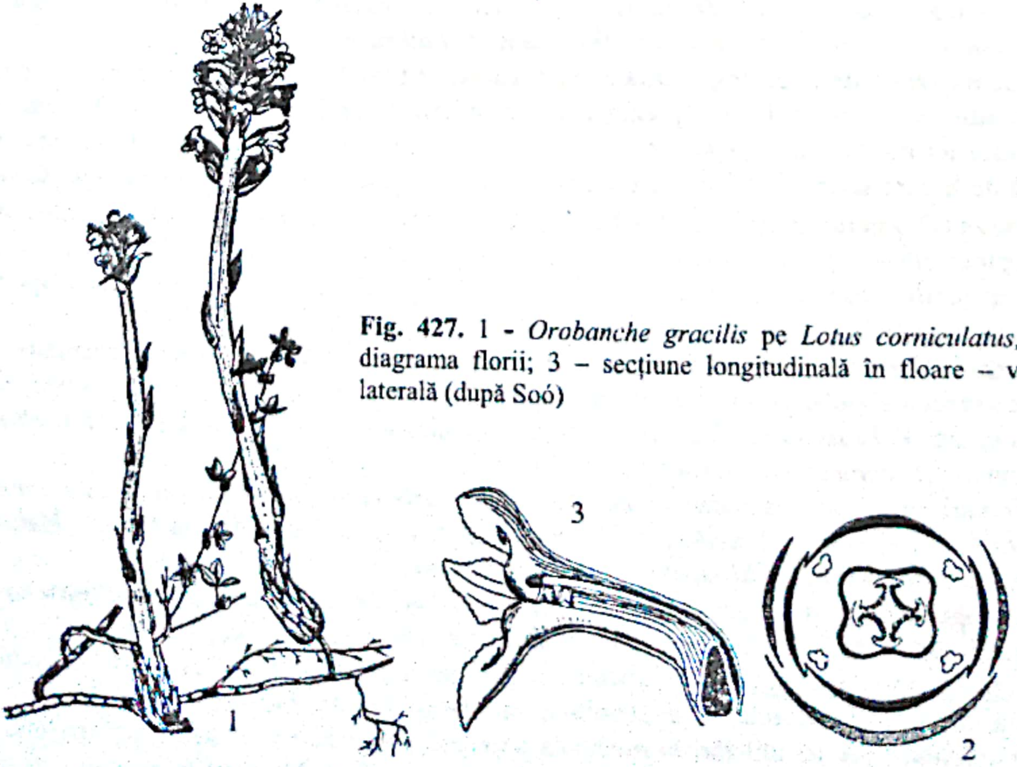


Fig. 427. 1 - *Orobanche gracilis* pe *Lotus corniculatus;* 2 – diagrama florii; 3 – secţiune longitudinală în floare – vedere laterală (după Soó)

Familia *Plantaginaceae*

Familie cu circa 255 specii cosmopolite. Plante erbacee perene, rareori unianuale, cu tulpini scapiforme. Frunzele sunt simple, cu nervațiune arcuată sau paralelă, deseori dispuse în rozetă bazală. Inflorescențe capitule sau spice terminale, ± alungite.

Florile sunt simplificate, alcătuite din 4 elemente, sinsepale și simpetale, cu corola membranoasă uscată și stamine exerte, cu antere oscilante. Gineceul este superior, cu mai mult de un ovul în fiecare locul, cu placentație axilară. Fructul etse o capsulă cu căpăcel. Este frecventă cleistogamia și heterostilia.

$* K_4C_{(4)}A_4G_{\underline{(1-2)}}$

Genul ***Plantago*** (Pătlagina) are flori proterogine. La *P. major* (Pătlagina mare) este întâlnit gigantismul prin poliploidie. *P. lanceolata* (Pătlagină cu frunza îngustă) (fig. 428-1) și *P. media* (Pătlagină moale) sunt larg răspândite în pajiști, locuri bătătorite. Majoritatea au utilizări medicinale prin frunzele lor, dar mai ales *P. lanceolata* (*Plantaginis lanceolatae folium*, med.) și *P. arenaria* (fig. 428-2) (*Plantaginis arenariae folim,, radix, semen*, med.).

Genul ***Litorella*** în flora României cu specia *L. uniflora* (Chenarul bălților) (fig. 428-3), care crește în locuri mlăștinoase.

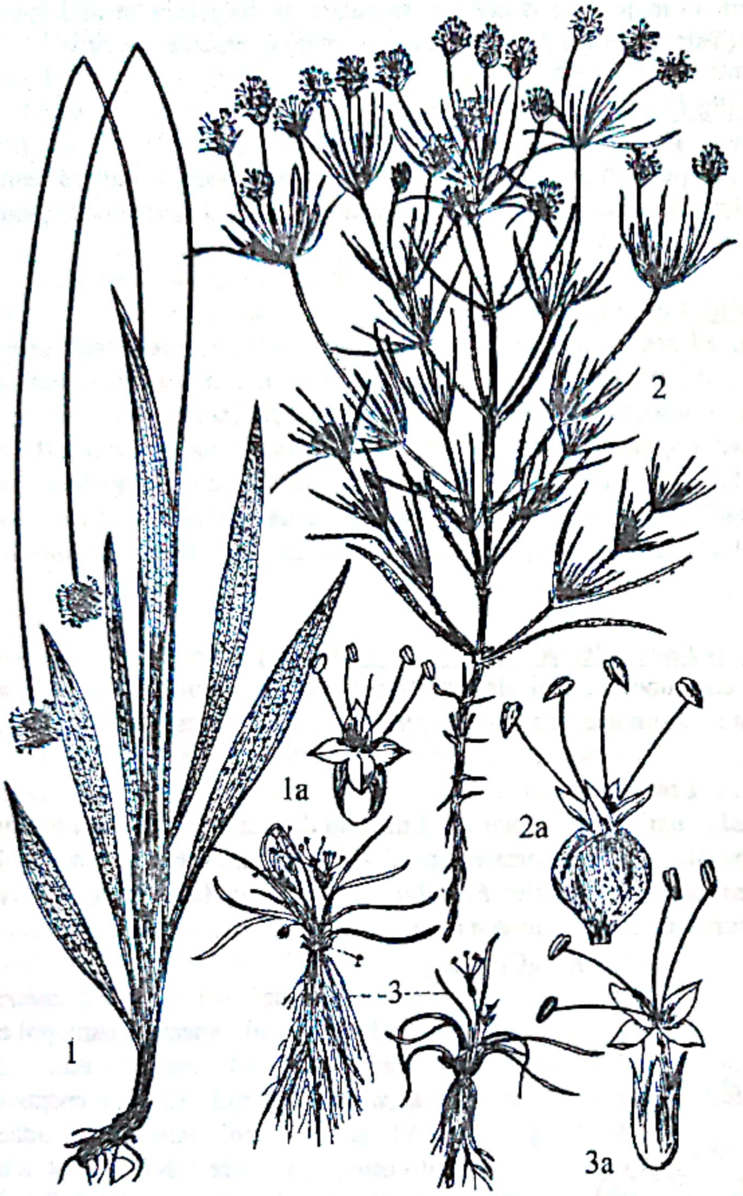


Fig. 428. *Plantaginaceae:* 1 – *Plantago lanceolata* – habitusul plantei: 1a – floarea; 2 – *Plantago arenaria* – habitusul plantei: 2c – floarea; 3 – *Litorella uniflora*: 3a – floarea (după Flora R.P.R.)

B. Familii cu semințe fără endosperm

Sunt plante preponderant lemnoase și mai puține erbacee, din zone subtropicale și intertropicale, care aparțin la familiile: *Bignoniaceae, Acanthaceae, Pedaliaceae, Gesneriaceae, Lentibulariaceae, Callitrichaceae, Hippuridaceae.*

Familia *Bignoniaceae*

Acestea sunt plante lemnoase răspândite în zonele calde ale globului.

Genul ***Catalpa*** (Catalpă) cuprinde 6 specii cu răspândire est-asiatică și nord-americană. Ex. *C. bignonioides* (Arborele de țigări). Se cultivă frecvent și la noi ca arbore ornamental.

Genul ***Campsis*** (Trompetă, Trâmbiță) încadrează 2 specii nord-americane și japoneze ca liane ornamentale. Cultivată la noi, ca liană ornamentală, cu flori portocalii-roșietice, este *C. radicans* (Trâmbița piticilor).

Genul ***Bignonia*** cuprinde 2 specii din America Centrală.

Familia *Acanthaceae*

Familie cu circa 4.300 specii, în majoritate lemnoase, tropicale. În România se află specia erbacee perenă ***Acanthus balcanicus*** (Talpa ursului), răspândită în păduri de cvercinee din sud.

Familia *Pedaliaceae*

Familia cuprinde 95 de specii din regiunile calde ale Lumii Vechi.

Genul ***Sesamum*** încadrează 20 specii în Africa şi India. *S. indicum* (Susan) se cultivă pentru seminţele sale din care se extrage „uleiul de Sesam" comestibil. Fructele sunt înalt specializate pentru deschidere activă.

Familia *Gesneriaceae*

Acestea sunt plante erbacee, adesea epifite sau lemnoase, în număr de circa 2400 specii, răspândite în zonele calde ale globului. Au ovare parţial compartimentate, cu mai multe ovule, din care se formează capsule septicide, loculicide sau cu dehiscenţă transversală, rareori bace.

Genul ***Streptocarpus***, are câteva specii care sunt plante „cu o frunză", care se dezvoltă din cotiledoanele persistente. În sud-estul Europei se află specii ale genurilor relicte mediteranean-montane: ***Ramonda, Jankea*** şi ***Haberlea***. Unele au deosebită valoare ornamentală, ca: *Saintpaulia jonantha* (Vioreaua Usambara, Violete africane) originară din Africa de Est; *Sinningia speciosa* (Gloxinia braziliană) ş.a.

Familia *Lentibulariaceae* (= *Utriculariaceae*)

Familie cu circa 300 specii cosmopolite, mai ales cu răspândire intertropicală. Sunt plante erbacee carnivore, cu flori bisexuate zigomorfe, cu corola pintenată. Fructul este o capsulă cu numeroase seminţe.

Genuri principale: *Pinguicula* şi *Utricularia*.

Genul ***Pinguicula*** (Foaie grasă) cuprinde 30 specii din Emisfera de Nord. Sunt plante terestre cu frunze întregi, dispuse în rozete bazale. Florile, albastre sau albicioase, pintenate, sunt solitare în vârful unui lujer nefoliat. În România se află speciile: *P. vulgaris, P. alpina* (fig. 429), care, cu perişorii glanduloşi de pe frunze, capturează diferite animale mici.

$$\circ \mid \circ\ K_{(2-5)}C_5A_2G_{\underline{(2)}}$$

Genul ***Utricularia*** încadrează 350 specii cosmopolite, excepţie făcând zonele reci. *U. vulgaris* (Otrăţelul bălţilor) creşte în bălţi sau mlaştini. Are frunze adânc divizate, la care unii lobi s-au transformat în capcane (utricule) în care sunt capturate şi digerate animale de apă foarte mici. În veziculele digestive de la *Utricularia* se află o microfloră bacteriană analogă celei din intestinul animalelor nevertebrate.

Este sporadică în ape stagnante din regiunea de câmpie până în cea montană.

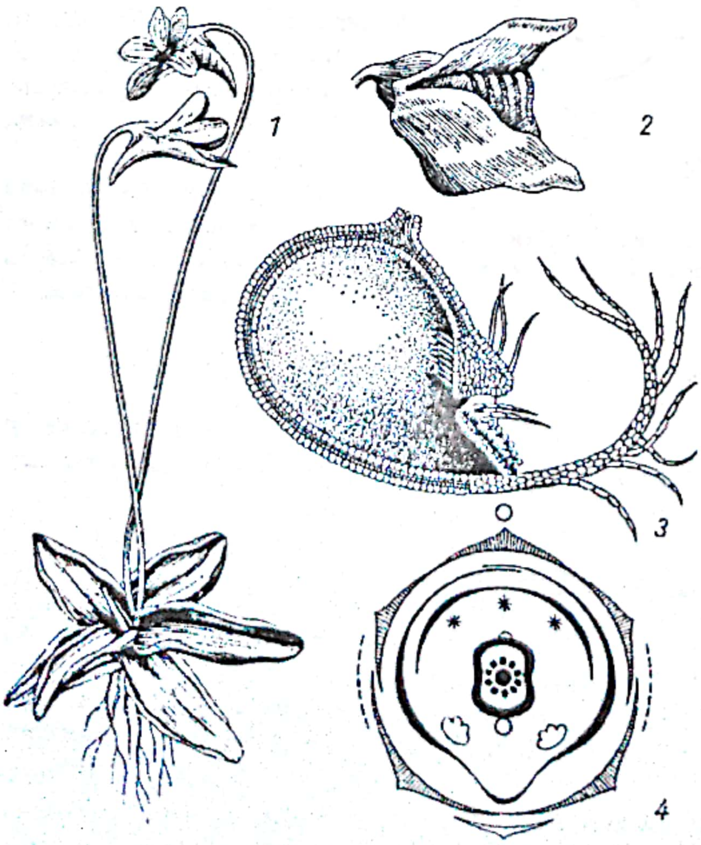


Fig. 429. *Pinguicula alpina* – habitusul plantei; 2 – *Utricularia vulgaris* – floarea; 3 – capcana mărită; 4 – diagrama florală (după Soó)

Familia *Callitrichaceae*

În această familie sunt cuprinse 17 specii.

Genul ***Callitriche*** (Steaua de apă). Prezintă frunze opuse și flori reduse, unisexuate, fără periant. Cele masculine constau numai dintr-o stamină, iar cele feminine numai dintr-un ovar. După fertilizare ovarul se împarte în patru fructulețe, fiecare cu câte o sămânță. În flora României se află două specii: *C. palustris* și *C. cophocarpa* frecvente pe suprafața apelor stagnante sau lin curgătoare.

8.3. Ordinul *HIPPURIDALES*

Familia *Hippuridaceae*

Hippuris vulgaris (Coada mânzului) crește în ape stagnante sau lin curgătoare. Florile sunt reduse, iar fructul este o nucă cu o sămânță. Frunzele sunt verticilate.

8.4. Ordinul *LAMIALES*

Acest ordin prezintă caractere mai puternic apomorfe față de Scrophulariales și anume:frunze totdeauna opuse, gineceul bicarpelar coenocarp, cu pereți falși, iar ovarul cu câte două ovule în fiecare compartiment.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Verbenaceae* și *Lamiaceae*.

Familia *Verbenaceae*

Această familie încadrează plante preponderent lemnoase, cu frunze simple, penat sau palmat divizate, dispuse opus. Florile sunt sinsepale și simpetale, slab bilabiate sau campanulate. Stilul este situat în vârful ovarului.

$$*, \circ | \circ K_{(5)}[C_{(5)}A_{2+2}]G_{\underline{(2):(4-5)}}$$

Inflorescențele sunt capituliforme sau spiciforme, înconjurate uneori de involucrul colorat, care le dă valoare ornamentală. Fruct variat: drupă, capsulă sau schizocarp (tetraachenă).

Genul ***Verbena*** încadrează circa 100 specii americane. *V. officinalis* (Sporiș) este o buruiană unianuală ruderală. *V. hybrida* se cultivă ca plantă decorativă.

Tectona grandis (Lemnul de Teck) este specie originară din Indo-Malaezia. Furnizează celebrul lemn, foarte dur, utilizat pentru construcții nautice. Arborele atinge înălțimea de 80 m și diametrul tulpinii de până la 4 m.

Genul ***Avicennia*** încadrează specii arborescente de mangrove, cu pneumatofori și viviparie (ca la *Rhizophora sp.).*

Genul ***Vitex*** încadrează 2 specii lemnoase mai bine cunoscute: *V. agnus-castus*, arbust ornamental cu flori lila, și *V. negundo*, specie tropicală și subtropicală.

Ca plante ornamentale, prin flori și frunze, se mai cultivă specii ale genurilor: *Callicarpa, Clerodendron, Lantana, Verbena* ș.a.

Verbenaceae- le reprezintă un grup parafiletic.

Familia *Lamiaceae* (= *Labiatae*)

Familie foarte mare, cu 5.600 specii cosmopolite, foarte numeroase în jurul Mediteranei.

Speciile au luat naștere polifiletic din grupe de plecare cu origine asemănătoare *Verbenaceae*-lor. La *Lamiaceae* stilul este deplasat între carpele și la baza acestora.

Ca forme de viață sunt foarte diversificate, de la subarbuști până la arbuști, dar și numeroase erbacee perene sau unianuale și chamefite. Se dezvoltă mai ales în spații de viață cald-uscate.

Lamiaceae- le sunt ușor recognoscibile, deja vegetativ, prin tulpinile cu patru muchii (în care se află cordoane de colenchim), frunze decusat-opuse și miros aromatic, pe care îl dau glandele cu uleiuri eterice.

Florile (fig. 430) sunt grupate în dichazii și monochazii glomerulate, situate în axilele frunzelor. Acestea sunt puternic zigomorfe și prezintă un caliciu sinsepal, frecvent bilabiat, care înconjoară corola, prevăzută cu tub lung ce se termină cu două labii: superior (din două petale) și inferior din 3 lobi (corespunzători celor 3 petale inferioare). Uneori (la genurile *Ajuga, Teucrium* ș.a.) corola devine unilabiată prin reducerea până la dispariție a labiului superior. Din cele 5 stamine inițiale, prin dispariția celei de-a 5-a (mediană), s-a ajuns la androceu cu 4 stamine, dintre care o pereche este mai lungă și una mai scurtă. Din acest androceu didinam (cu 2 stamine mai lungi și două mai scurte), prin transformarea unei perechi în staminodii, s-a ajuns la androceul format din două stamine (la *Salvia sp., Rosmarinus sp.*). Gineceul bicarpelar, cu poziție superioară, prezintă un ovar, care, la maturare, este compartimentat în patru încăperi (loculi), fiecare cu câte un ovul și în final fructul (tetraachenă) cu patru fructuleţe, fiecare cu câte o sământă. Seminţele sunt orientate cu micropilul şi radicula în jos (invers faţă de *Scrophulariaceae* şi *Boraginaceae*).

$$\circ|\circ\, K_{(5)}[C_{(5)}A_{2+2;\,2}]G_{\underline{(2)}}$$

Pe epiderma tulpinii şi frunzele labiatelor se află trichomi glandulari, sesili sau subsesili, cu 4 → n celule secretoare de uleiuri esenţiale. Celulele secretoare interne se găsesc la puţine specii.

Genuri principale: *Lamium, Rosmarinus, Lavandula, Leonurus, Salvia, Melissa, Mentha, Ocimum, Satureja, Hyssopus, Thymus* ş.a.

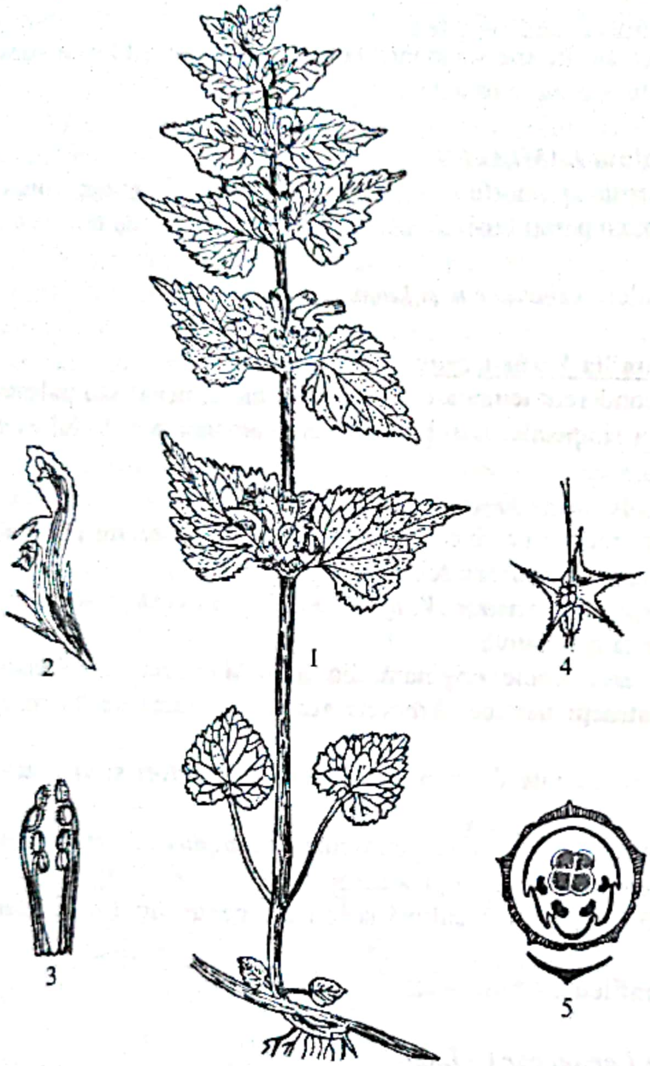


Fig. 431. *Lamium maculatum:* 1 – habitusul plantei; 2 – floarea secţionată longitudinal; 3 – androceul; 4 – caliciul persistent pe fruct (tetraachena); 5 – diagrama florală

Genul ***Lamium*** (Urzica moartă) se recunoaşte prin labiul inferior al corolei fără lobi laterali sau aceştia sunt mici, dentiformi: *L. purpureum* (Sugel puturos) şi *L. amplexicaule* (Sugel) au flori roşii şi sunt frecvente în locuri cultivate, pârloage etc.; *L. galeobdolon* (Gălbiniţă) are flori galbene şi creşte în păduri de foioase. *L. album* creşte în tufărişuri, margini de păduri de foioase. Utilizări medicinale au corolele şi partea aeriană (*Lamii albi flos, herba,* med.); *L. maculatum* (fig. 431).

Rosmarinus officinalis (Rosmarinul) este specie subarbustivă, mediteraneană, exclusiv cultivată la noi, cu flori palid-albastre sau violacee. Utilizări farmaceutice au frunzele (*Rosmarini folium,* off.) care conţin ulei volatil (*Aetheroleum Rosmarinii,* off.) şi materii tanante. De asemenea, se utilizează în parfumerie şi cosmetică.

Lavandula angustifolia (Lavanda, Levănţica) este specie subarbustivă, cu tulpina mult ramificată, încât ia aspect de tufă globuloasă, verde-cenuşie. Toată planta are miros puternic, plăcut. Utilizări farmaceutice, dar şi în cosmetică şi parfumerie, au florile şi frunzele care conţin uleiuri esenţiale (*Lavandulae flos, Oleum Lavandulae,* off.).

Leonurus cardiaca (Talpa gâştei) este specie erbacee perenă, cu frunze palmat-lobate, cu aspectul unei labe de gâscă. Este cunoscută pentru valoarea medicinală în tulburările cardiace. Se utilizează partea aeriană (*Leonuri cardiacae herba,* med.).

Genul ***Salvia*** (Jaleşul) se recunoaşte prin androceul alcătuit numai din două stamine. *S. officinalis* (Jaleşul de grădină) este specie subarbustivă, cultivată, de origine mediteraneană, cu rizom subteran lignificat. Florile sunt glomerulate, albastre violacei, rar albe. Utilizări medicinale au frunzele (*Salviae folium,* med.), care conţin ulei volatil, materii tanante, acid clorogenic şi cafeic. *S. sclarea* (Şerlai) este specie erbacee perenă, robustă, sporadică în pajişti din regiunea de câmpie şi colinară. Florile sunt mari, la bază cu hipsofile violacei, alcătuind o inflorescenţă mare alungită. Utilizări medicinale au florile (*Salviae sclareae flos,* med.) sau inflorescenţa în întregime (*Salviae sclareae summitates,* med.), care conţin uleiuri volatile, substanţe amare, zaharuri, săruri minerale, etc. Uleiul volatil este utilizat în industria parfumurilor, fabricarea vermuturilor etc. **S. splendens* (Jaleş de grădină) se cultivă, fiind ornamentală prin caliciul şi corola de un roşu-aprins. Toate speciile de *Salvia* sunt melifere.

Melissa officinalis (Roiniţa) este plantă erbacee perenă cu miros aromatic de lămâie. Este spontană prin tufărişuri, luminişuri de păduri de foioase etc., dar şi cultivată ca plantă medicinală. Se utilizează frunzele (*Melissae folium*, med.), care conțin un ulei volatil (*Aetheroleum Melissae*, med.) cu utilizări medicinale (în tulburări digestive și intestinale), în cosmetică, parfumerie, la fabricarea lichiorurilor. Roinița este și o valoroasă plantă meliferă.

Genul ***Mentha*** (Izma) prezintă corola aproape actinomorfă, cu tubul mai mult sau mai puțin egal cu caliciul, staminele exerte. În flora României se află câteva specii și mai mulți hibrizi. *M. longifolia, M. pulegium* sunt prezente în locuri necultivate, pajiști, etc. *M. x piperita* (Izma bună) este un hibrid obținut prima dată în America și cultivat sub 2 forme: f. *rubescens*, cu flori de culoare roșie-brună; f. *pallescens*, cu flori albe. Se cultivă în cea mai mare parte a Europei, iar în America, adesea este sălbăticită. Utilizări farmaceutice au frunzele (*Menthae piperitae folium*, off.) sau părțile aeriene care conțin un ulei volatil (*Aetheroleum Menthae piperitae*, off.). Alte specii cu utilizări medicinale sunt: *M. aquatica* (*Menthae aquaticae herba*, med.); *M. crispa* (*Menthae crispae folium*, off.) care conțin materii tanante și acid cafeic. Componentul principal al uleiului este mentolul, un alcool terpenic ciclic, cu largi utilizări medicinale. Uleiul volatil de mentă se utilizează în industria alimentară la prepararea bomboanelor, lichiorurilor etc., care le imprimă un gust plăcut, răcoritor.

Ocimum basilicum (Busuiocul) este o specie asiatică mult cultivată în grădinile țărănești ca plantă medicinală și de cult. Se utilizează părțile aeriene (*Basilici herba*, med.) în tulburări gastro-intestinale. Asociat cu Șovârvul (*Origanum vulgare*) vindecă inflamațiile căilor respiratorii, iar plămădit în vin este diuretic. Se utilizează în industria alimentară, a parfumurilor, cosmetică. Are și acțiune antibacteriană și antimicotică (*Origani herba*, med.).

Satureja hortensis (Cimbrul de grădină). Plantă unianuală mult cultivată. Partea aeriană (*Saturejae herba*, med.), conține uleiuri eterice, tanin, mucilagii, rezine, zaharuri și are proprietăți tonice, stimulente și aperitive. Frecvent este utilizat drept condiment.

Hyssopus officinalis (Isop). Plantă erbacee tufoasă, cu flori violacee, roșietice sau albe. Se cultivă și uneori este subspontană. Partea aeriană nelemnoasă (*Hyssopi herba*, med.) după uscare, sub formă de infuzii, are utilizări medicinale în afecțiuni ale aparatului respirator, intestinal, urinar. Se utilizează și în parfumerie.

Genul ***Thymus*** (Cimbrișorul), cu mai multe specii spontane utilizate drept condiment, dar și în scopuri medicinale (*Th. serphyllum, Th. pulegioides, Th. pannonicus* ș.a.). Cultivat este *Th. vulgaris* utilizat drept condiment, dar și cu întrebuințări farmaceutice (*Thymi vulgaris herba*, off., *Oleum Thymi*, off.).

Coleus x blumei (Mireasă) este o specie hibridă cultivată în spații protejate, ca plantă ornamentală.

Importanța.

Cele mai numeroase lamiacee sunt producătoare de uleiuri esențiale car conțin: mentol, borneol, cineol, citrol, carvacrol, estragol etc. și au utilizări în industria alimentară, a parfumurilor, cosmetică etc. Unele sunt utilizate ca plante alimentare prin rizomii lor, ca legume apreciate (*Stachys sieboldii*, unele specii de *Plectranthus, Coleus* ș.a.). Utilizări aromatice și condimentare au: *Majorana hortensis, Ocimum basilicum, Satureja hortensis, Thymus serphyllum* ș.a. Ca plante medicinale și farmaceutice se utilizează: *Hyssopus officinalis, Lavandula angustifolia, Leonurus cardiaca, Salvia officinalis, Melisa officinalis, Mentha x piperita, Thymus vulgaris* ș.a. Multe specii au deosebită valoare ca plante ornamentale prin frunzele și florile lor cum sunt specii ale genurilor: *Salvia, Physostegia, Phlomis, Ocimum, Coleus* ș.a. Sunt și numeroase buruieni segetale, dar și ruderale, care direct sau indirect sunt dăunătoare culturilor (*Galeopsis ladanum, G. angustifolia, Lamium purpureum, L. amplexicaule*, specii de *Mentha* ș.a.).

GRUPA D:

Supraordinele: *DIPSACANAE, ARALIANAE, ASTERANAE*

Caracteristicile apomorfe, de superioritate, în raport cu supraordinele din grupa C, se referă la următoarele: preponderența simpetaliei timpurii, gineceul format din 5-2 carpele cu poziție inferioară, numărul ovulelor în fiecare locul al ovarului, adesea, puternic redus, grăuncioarele de polen preponderent cu trei nuclei, tendința frapantă de a forma pseudantii și substanțe de înmagazinare poliglucidice de tip nou: umbeliferoză și inulină.

Pe lângă acestea, legătura istorico-genealogică între aceste ordine este confirmată și prin constatări de analize moleculare de ADN.

5.9. Supraordinul *DIPSACANAE*

Supraordin cu poziție bazală, care face legătura atât cu supraordinele din grupa C (5.6. - 5.8.) cât și cu Cornanae (5.1.). Această legătură este subliniată prin formarea de secoiridoide cât și prin lipsa de poliglucide deosebite ca substanțe de înmagazinare.

Florile sunt pe tipul 5, actinomorfe până la zigomorfe, prefloraţia nu mai este contortă. Ovarele au puţine ovule în fiecare locul, adesea și cu loculi sterili. Frunzele sunt compuse sau cel puțin dințate sau lobate.

Veriga de legătură cu ordinele anterioare o reprezintă trei genuri (acum considerate familii izolate), care prezintă o serie de caractere plesiomorfe (prin care se aruncă o punte de legătură spre Cornanae) și anume: flori radiare, slab simpetale, fructe drupe etc.

Verigi de legătură:

- LEMNOASE

Fam. *Sambucaceae*

Încadrează 20 specii ale genului ***Sambucus*** (Socul): *S. nigra* (Socul negru) (fig. 432. 1, 2) de la care au utilizări medicinale și farmaceutice toate organele aeriene (*Sambuci cortex, flos, folium, fructus*, med., off.); *S. ebulus* (Bozul) (fig. 432-6) este singura specie erbacee perenă cu utilizări medicinale (*Ebuli fructus, rhizoma*, med.). Frunzele sunt imparipenat-compuse, dispuse opus, fără stipule. Flori mici, numeroase, în cime, pe tipul 5, cu corola uneori bilabiată. Gineceu inferior, 2-5 carpelar, cu stilodii libere sau concrescute. Fruct drupaceu. Genul *Sambucus* este considerat ca aparținând unei familii izolate, distincte, datorită unor caractere anatomice cum ar fi prezența cristalelor de oxalat de calciu, fibre periciclice groase, măduva dezvoltată și eterogenă.

Fam. *Viburnaceae*

Familia încadrează circa 150 specii ale genului ***Viburnum*** (Bulgăre de zăpadă) care prezintă frunze simple și inflorescențe globuloase. *V. lantana* (Dârmoz) este arbust spontan prin păduri de foioase.

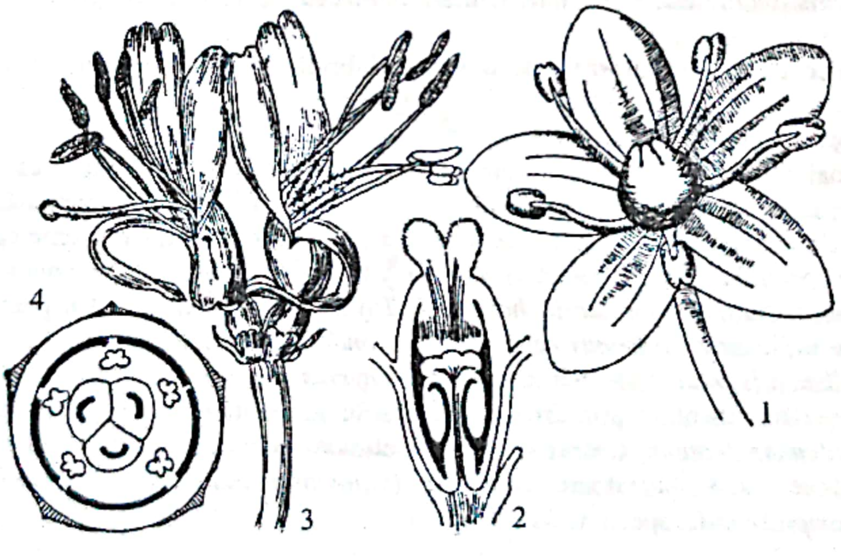


Fig. 432. *Caprifoliaceae* s. lat.: 1 – *Sambucus nigra* – floarea; 2 – secțiune longitidinală în gineceu; 3 – *Lonicera nigra* – flori; 4 – *Sambucus ebulus* – diagrama florală (după Soó)

Ambele familii prezintă flori radiare, grupate în inflorescențe compacte de tipul umbelei. La *V. opulus* (Călinul) (fig. 433) florile marginale ale inflorescenţei sunt nefertile și mărite față de celelalte, alcătuind un aparat de expunere a inflorescenței, frapant de la distanță. La formele ornamentale de *V. o.* var. *sterile* (Bulgăre de zăpadă) se formează umbele înșelătoare de formă sferică, de asemenea cu flori marginale sterile. Se cultivă ca arbust ornamental.

În majoritatea lucrărilor de botanică acestea sunt considerate genuri și au fost încadrate la fam. *Caprifoliaceae*.

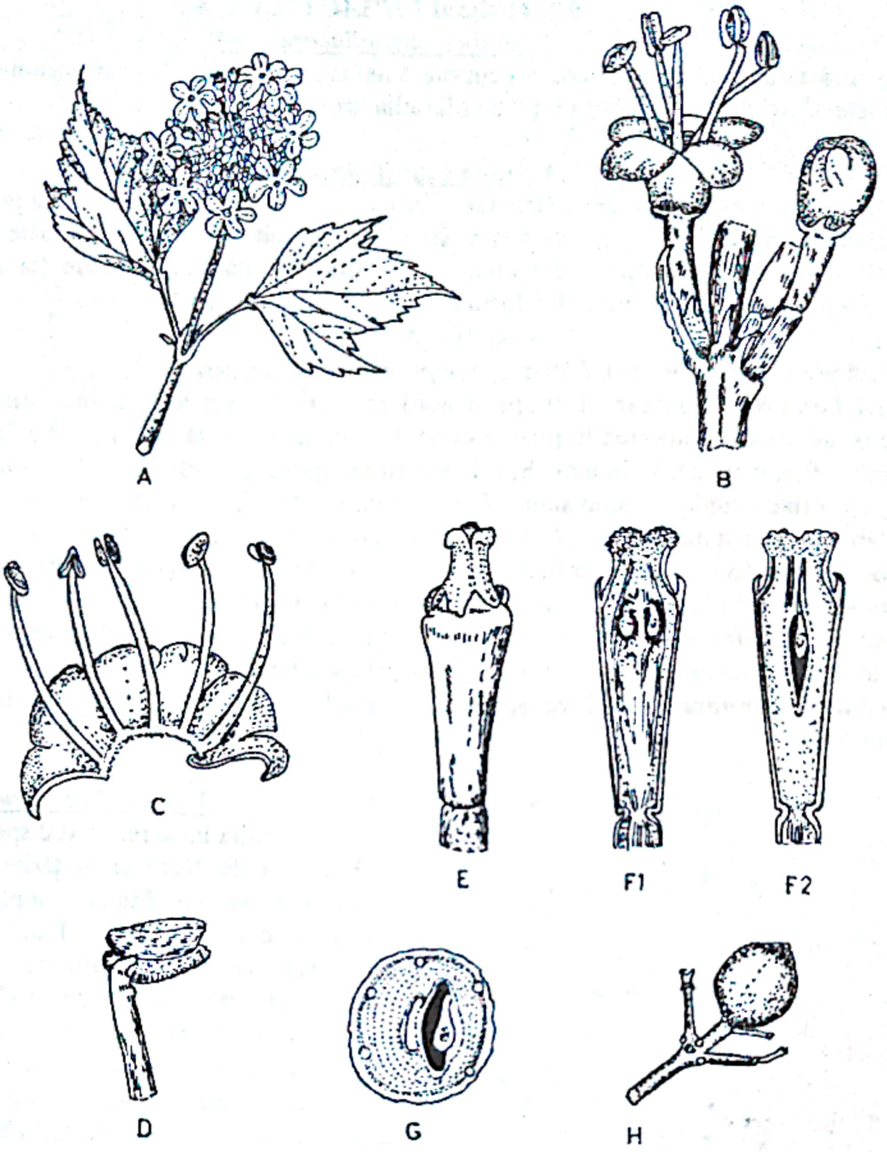


Fig. 433. *Viburnum opulus:* A – Lăstar cu trofofile şi inflorescenţa cu flori fertile înconjurate de flori sterile marginale; B – detaliu din inflorescenţă cu un boboc floral şi o floare deschisă; C – corola cu 5 lobi şi 5 stamine introrse adnate la baza tubului corolei şi antere cu dehiscenţă longitudinală; d – detaliu al anterelor oscilante înainte de deschidere; E – staminele şi corola înlăturate pentru a se vedea gineceul; F_1şi F_2 – secţiune longitudinală în gineceu; G – secţiune transversală în ovar; H – fructul (după Hickey et King)

- ERBACEE

Fam. *Adoxaceae* încadrează o plantă, de pădure, măruntă: ***Adoxa moscatellina*** (Frăguţă) (fig. 434).

Sistematica. Suparordinul *DIPSACANAE* cuprinde ordinul *Dipsacales* s. str. cu familiile: *Caprifoliaceae* s. str., *Valerianaceae* şi *Dipsacaceae.*

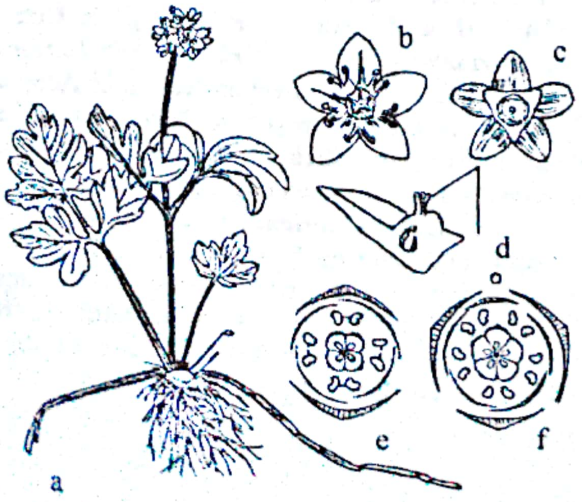


Fig. 434. *Adoxa moschatelina:* a – habitusul plantei; b – floare laterală (văzută de sus) şi c – vedere de jos; d – secţiune longitudinală în floare; e- diagrama unei flori terminale; f –diagrama unei flori laterale (după Emberger)

9.1. Ordinul *DIPSACALES* s. str.

Familia *Caprifoliaceae* s. lat.

Din această familie au fost scoase genurile *Sambucus* şi *Viburnum*, care acum sunt tratate ca familii distincte. Celelalte genuri sunt grupate în familia următoare.

Familia *Caprifoliaceae* s. str.

Familia încadrează plante lemnoase, unele erbacee, cu flori mai mult sau mai puţin zigomorfe şi fructele bacă şi capsulă. Frunzele sunt opuse, simple, mai mult sau mai puţin lobate sau penate, în general fără stipule. Inflorescenţele sunt cimoase, uneori prezintă flori solitare (la *Lonicera sp.*). Gineceul este inferior, din 5-2 carpele, 1-5 loculare, adesea cu loculi sterili.

$$* K_{(5)}[C_{(5)}A_5]\ \overline{G}_{(2-5)}$$

Genuri principale: *Lonicera, Linnaea, Symphoricarpos, Leycesteria.*

Genul ***Lonicera*** încadrează 150 specii nord-emisferice. Sunt arbuşti sau liane volubile. La acest gen se poate urmări reducerea treptată a cimei la o cimulă bifloră, ca în final cele două flori să fuzioneze într-o floare unică, polimeră. Specii arbustive spontane sunt: *L. xylosteum, L. nigra, L. caerulea*. Specii ornamentale comune sunt: **L. caprifolium;* **L. japonica* (liană), care are flori variat colorate, puternic şi plăcut mirositoare; *L. tatarica* este arbust ornamental erect, cu flori viu colorate.

Linnaea borealis este un subarbust târâtor circumboreal. Genul şi specia au fost denumite de Gronovius în onoarea lui Linné. În flora României nu a fost confirmată.

Genul ***Symphoricarpos*** încadrează 18 specii originare din America de Nord şi China. *S. albus* (Hurmuz) este arbust ornamental cu fructe drupe spongioase albe, frecvent cultivat.

Leycesteria formosa se cultivă sporadic în grădini botanice, parcuri dendrologice. Este originară din China.

Familia *Valerianaceae*

Familia încadrează 400 specii răspândite în Emisfera de Nord şi în ţările andine. Sunt plante erbacee cu frunze simple sau penat-divizate, dispuse opus. Florile sunt slab asimetrice, cu corola formată din 5 petale, adesea pintenată şi cu numai 4(-1) stamine. În ovarul lor, cu 3 compartimente, numai unul este fertil. Fructul este o nucă cu o sămânţă.

În organele vegetative ale acestor plante se află uleiuri esenţiale cu utilizări medicinale, alcaloizi, acizi organici şi enzime.

Cel mai important gen indigen este ***Valeriana*** (Odoleanul) cu *V. officinalis* (fig. 435), specie perenă polimorfă, cu largă amplitudine ecologică şi altitudinală. În pământ prezintă rizom vertical scurt, de pe care pornesc numeroase rădăcini adventive ramificate. Utilizări medicinale au rizomii şi rădăcinile (*Valerianae radix, rhizoma, Tinctura Valerianae*, off.) în afecţiuni cardiace. Aceştia conţin uleiuri eterice şi acid izovalerianic. La fructificare, din caliciu, se formează pe fruct o coroană de peri (papus) cu rol în diseminare.

Genul ***Valerianella*** (Fetică) cuprinde specii unianuale ca *V. rimosa, V. costata* ş.a. Fructul provenit din gineceu tricarpelar sincarp inferior prezintă doar un locul fertil cu o sămânţă provenită dintr-un ovul anatrop epitrop. *V. alitoria* se cultivă şi se consumă ca salată.

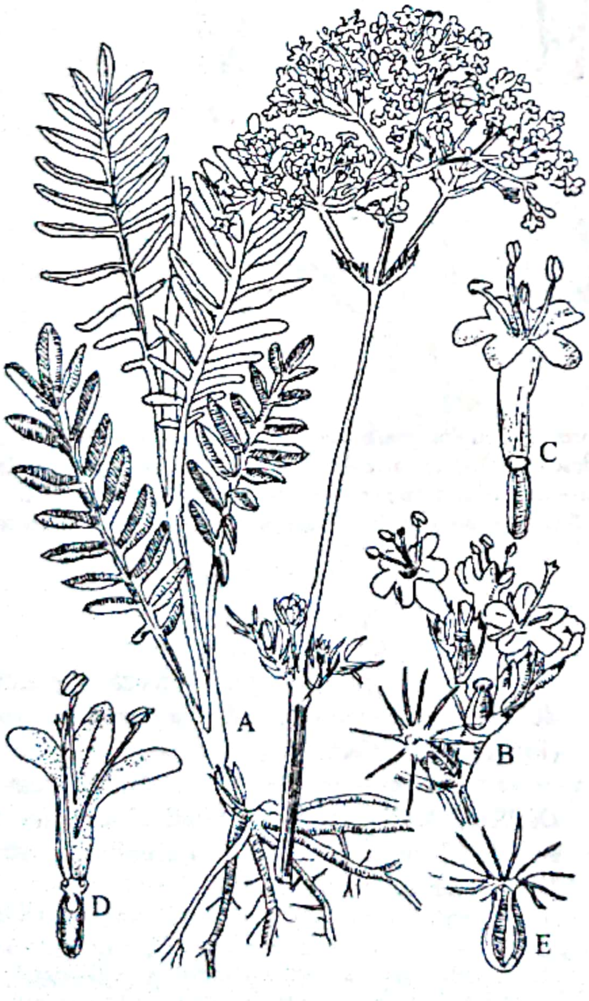


Fig. 435. *Valeriana officinalis*: A – habitusul plantei; B – o parte a inflorescenţei; C – floarea; D- floarea în secţiune longitudinală; F – fructul cu caliciul remanescent transformat în papus (după M. Păun et al.)

Familia *Dipsacaceae*

Familie cu 250 specii răspândite mai ales în regiunea mediteraneană. Prezintă flori slab zigomorfe, grupate în inflorescențe capituliforme, care au aspect de pseudantii, datorită florilor marginale mult mărite. Ovarele au un singur compartiment cu o sământă. Fructul este înconjurat de un înveliş din 4 bractei, provenite din caliciul exterior.

Genuri din Europa Centrală: ***Dipsacus*** (Varga ciobanului) (fig. 436), ***Knautia*** (Muşcatu dracului) şi ***Scabiosa***.

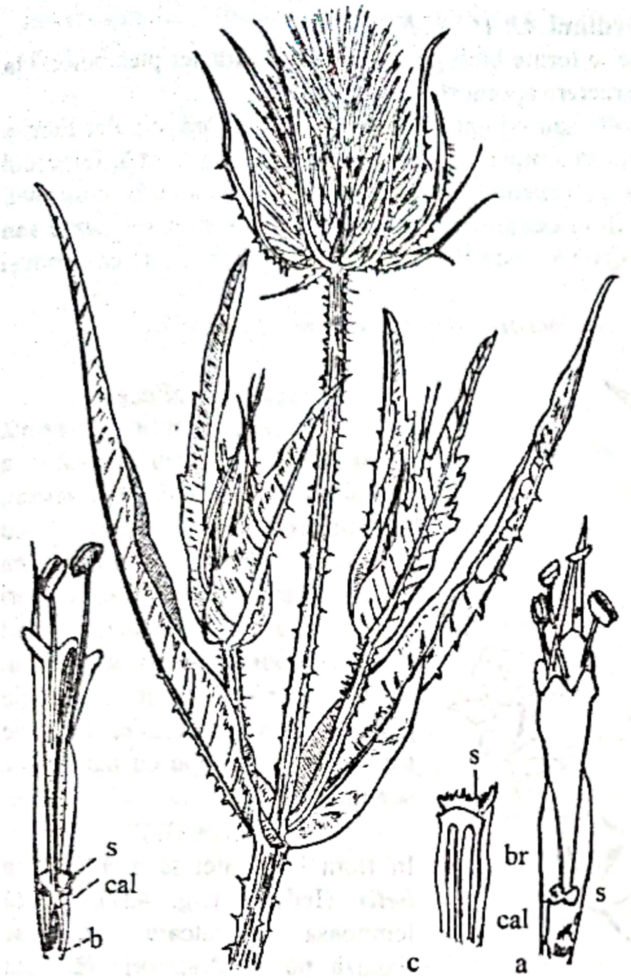


Fig. 436. *Dipsacus sylvestris:* fragment de lăstar cu inflorescență; a – floarea; b – secțiune longitudinală în floare; c – fructul; br- bractee; s – sepale; cal – caliciul (din Emberger)

Supraordinele *ARALIANAE* şi *ASTERANAE* sunt legate între ele, printre altele, prin produse de metabolism bioactive caracteristice comune şi anume sesquiterpenlactone şi poliacetilene, precum şi prin unele asemănări în construcția lemnului, dar şi analize ale secvențelor ADN. Sunt înrudite cu *Cornanae*.

5. 10. Supraordinul *ARALIANAE*

Plantele din acest supraordin au fost încadrate până acum la *Rosidae*- le choripetale, datorită simpetaliei, recognoscibilă numai în stadiile de dezvoltare timpurii, mai târziu oprimată. De aceea, florile sunt aparent choripetale.

O floare este radiar simetrică, pe tipul 5, cu caliciu, corolă, un cerc episepal de stamine libere şi un gineceu alcătuit din (5-) 2 carpele.

Caracteristice sunt canalele secretoare schizogene, în care se află substanțe bioactive ca sesquiterpenlactone şi poliacetilene, împreună cu uleiuri eterice, gume şi răşini. Lipsesc substanțele tanante, acidul elagic şi iridoidele.

Ovulele sunt unitegminate însă, în parte crasinucelate, iar dezvoltarea endospermului este încă nucleară. Deci, coexistă cu caracteristicile apomorfe şi multe caractere plesiomorfe.

Sistematica. Supraordinul încadrează ordinele: *Pittosporales* şi *Araliales*.

10.1. Ordinul *PITTOSPORALES*

Familia *Pittosporaceae*

Familia cuprinde 240 specii paleosubtropicale. Prezintă frunze simple, flori cu corolă frapantă şi adesea mai mult sau mai puțin simpetală, gineceu cu poziție superioară, din care se formează fructe capsule cu mai multe semințe.

Genul ***Pittosporum*** include 160 specii răspândite în Lumea Veche (excepție Europa).

10.2. Ordinul *ARALIALES*

În acest ordin se poate urmări trecerea de le forme biologice lemnoase (caracter plesiomorf) la forme erbacee perene, bianuale sau unianuale (caractere apomorfe).

Se caracterizează prin frunze mult divizate sau compuse, dispuse altern, fără stipule. Florile sunt mici, neînsemnate, aparent choripetale, datorită simpetaliei timpurii, ulterior oprimată. Gineceul este bicarpelar cu poziție inferioară, cu două compartimente, în fiecare dintre acestea cu câte un ovul anatrop. Florile nu sunt solitare ci grupate în inflorescențe umbeliforme. Fructele sunt suculente sau scindabile la maturarea deplină. Substanța de rezervă este trizaharidul umbeliferon, iar ca produși suplimentari, acidul petroselinic.

Sistematica. Ordinul cuprinde 2 familii: *Araliaceae* și *Apiaceae* (*Umbelliferae*).

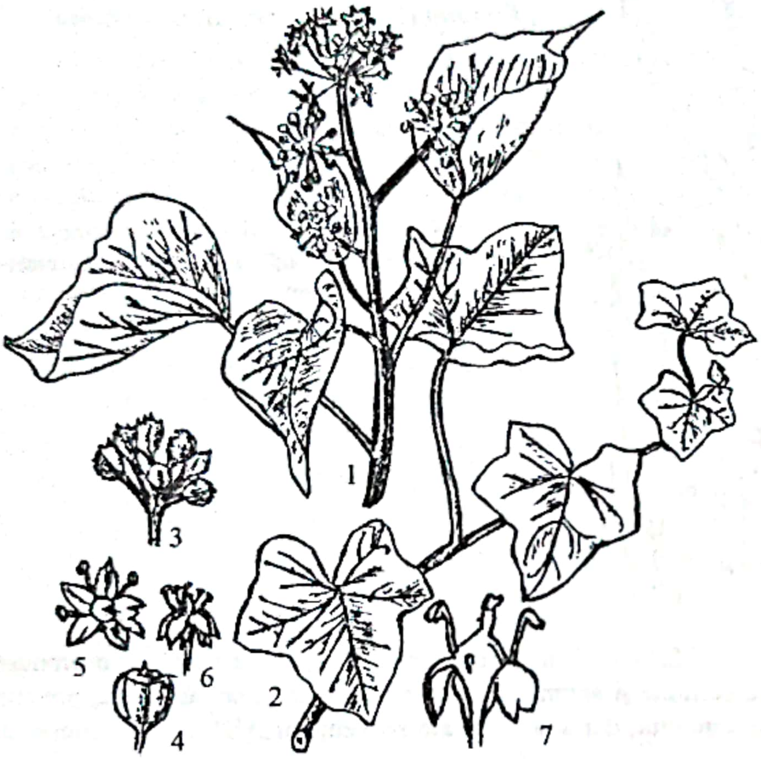


Fig. 437. *Hedera helix:* 1 – lăstar drept florifer cu frunze nelobate; 2 – lăstar steril târâtor cu frunze lobate; 3 – ansamblu de fructe; 4 – fruct; 5 – floare văzută de sus; 6 – floare văzută lateral; 7 – secțiune longitudinală în floare (după Karsten)

Familia *Araliaceae*

Această familie reprezintă grupa bazală parafiletică a aralialelor. Sunt circa 800 specii, preponderent lemnoase, cu răspândire tropicală. Se prezintă ca arbori, arbuști sau liane, rareori plante erbacee, cu frunze simple sau compuse, dispuse altern. Inflorescențele sunt umbele globuloase sau capitule. Fructele sunt bace sau drupe cu mai multe semințe.

$* \; K_5C_{5-10}A_5\overline{G_{1-8}}$

În flora României se află ***Hedera helix*** (Iedera) (fig. 437), plantă lemnoasă cățărătoare, care se fixează pe substrat, prin rădăcini scurte, ca niște ventuze. Frunzele sunt persistente, dimorfe: pe lăstari sterili frunze primare de umbră, lobate; pe lăstari florigeni se află frunze de lumină întregi, romboidale. Florile sunt polenizate toamna de muște și viespi, iar fructele sunt bace și se maturează abia în primăvara viitoare. Utilizări fitofarmaceutice au frunzele de pe lăstarii sterili (*Hederae helicis folium*, off.). Fructele provoacă vomă sau chiar intoxicații la copii.

O specie exotică de o deosebită valoare medicinală este ***Panax ginseng*** (Gen-Sen, Rădăcina vieții). Plantă erbacee care crește în China și Coreea. De 2.000 de ani, în China, planta are reputația unui tonic, afrodisiac și chiar elixir al longevității. Rădăcinile tuberizate, care au aspectul unui om în miniatură, se colectează după 6 ani. Ele conțin saponozide, vitamine din grupul B și C, uleiuri esențiale, aminoacizi, estrogeni, materii tanante, principii amare etc. Drogul extras din rădăcini (*Ginseng radix*, med.) ameliorează performanțele fizice și intelectuale la tineri și persoane în vârstă, are o acțiune, în general, revitalizantă asupra a numeroase procese metabolice. Planta a fost luată în cultură în multe țări ale lumii.

Aralia mandshurica este o specie din nordul Asiei, ale cărei rădăcini înlocuiesc pe cele de Panax ginseng în fitogeriatrie și împotriva stresului.

Alte specii: ***Tetrapanax papyrifera*** din China și ***Fatsia japonica***.

Familia *Apiaceae* (= *Umbelliferae*)

Familie mare, polifiletică, cu 3.100 specii, majoritatea răspândite în Emisfera de Nord temperată. Sunt răspândite în special în ținuturile extratropicale ale Emisferei Nordice ca plante de stepă, pajiști, păduri, mlaștini etc. În majoritatea covârșitoare a lor sunt specii erbacee perene, bianuale sau unianuale. Arbuşti de câţiva metri înălţime aparţin la genul Ferula, iar în zona antarctică pot fi şi specii erbacee mici, sub formă de perniţe.

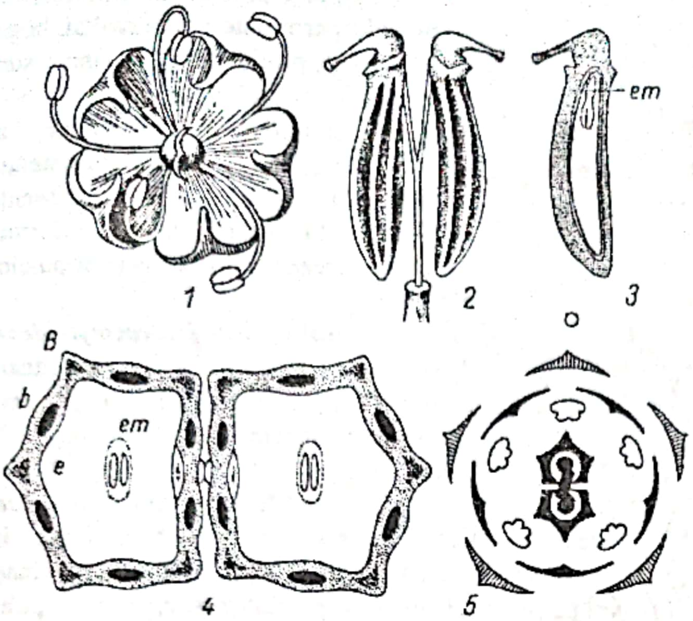


Fig. 438. Floarea, fructul şi diagrama florală la *Apiaceae:* 1 – floarea pe tipul 5 văzută de sus cu petalele cu vârful răsfrânt spre interior; 2 – fructul scindabil cu 2 mericarpii; 3 – mericarpe în scețiune longitudinală în interior cu embrionul; 4 – secțiune transversală în fruct cu coaste şi valecule; 5 – diagrama florală (după Soó)

Speciile erbacee se pot recunoaşte uşor prin habitusul lor caracteristic. Tulpina este împărţită în noduri pline şi internoduri goale. Frunzele alterne, aproape totdeauna, sunt de mai multe ori divizate şi sunt prevăzute cu o teacă mare, lărgită, care înconjoară uneori tulpina. Ca urmare a simplificării sau reducerii, la puţine *Apiaceae* s-au format frunze simple nedivizate (ca la *Bupleurum sp., Smyrnium perfoliatum, Hydrocotyle sp.*).

Ca inflorescenţe predomină umbelele compuse (umbele cu umbelule) prevăzute deseori cu involucru şi involucele alcătuite din hipsofile libere, simple sau divizate, uneori concrescute între ele.

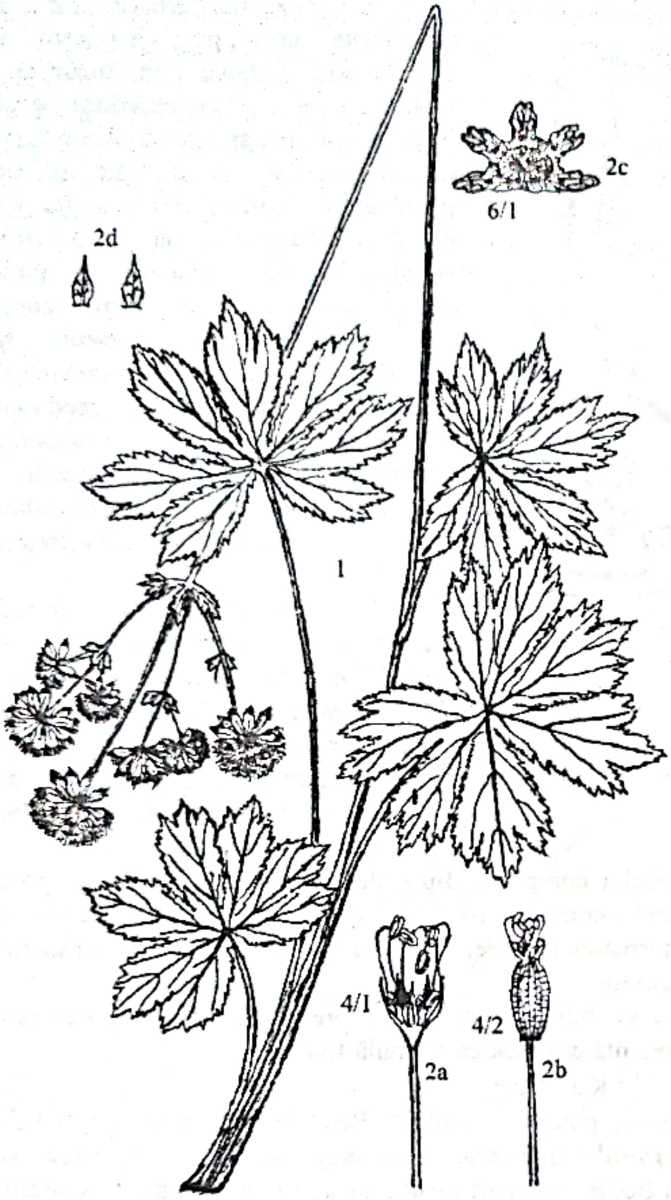
Umbela compusă este formată din mai multe sau puţine ramificaţii de ordinul I numite radii. Acestea poartă în vârful lor ramificaţii de ordinul II numite radiole, care se termină cu flori. Grupul de flori pedicelate din vârful unei radii poartă numele de umbelulă (umbelă simplă). Aceasta este inflorescența elementară care se repetă în alcătuirea umbelei compuse. Hipsofilele de la baza umbelului poartă numele de involucel, iar cele de la baza umbelei compuse involucru. Atât involucelul cât şi involucrul pot să lipsească. Punctul de plecare pentru formarea umbelei compuse şi a umbelulelor se consideră a fi o inflorescenţă monopodială de tipul paniculului.

Florile (fig. 438-1) sunt mici, abia vizibile, grupate în inflorescenţe. Ele sunt, de regulă generală, albe, mai rar roze sau galbene şi prezintă următoarea formulă florală:

$$*, \circ \,|\, \circ\ K_5C_5A_5G_{\overline{(2)}}$$

Aproape totdeauna caliciul este redus, puternic involuat. Petalele sunt bine dezvoltate şi frecvent prezintă un vârf curbat spre interiorul florii. Staminele sunt inserate pe receptacul sub stilopodiu. Ovarul este bicompartimentat, în fiecare compartiment cu câte un ovul anatrop, pendul (al doilea ovul piere de timpuriu). În vârful ovarului se află un stilopodiu conic rotund, ca o pernă a celor 2 stilodii. Pe stilopodiu se află şi discul nectarifer. La unele apiaceae (ca *Orlaya grandiflora, Heracleum sphondylium* ş.a.), ca urmare a creşterii petalelor florilor externe ale umbelului, florile devin zigomorfe. Aceste aspect este mai reliefat cu cât respectiva floare este situată mai spre exterior, atât în umbelulă cât şi în umbelă ca întreg. Se formează astfel o floare biologică (inflorescența în întregime are aspect de floare), cu rol în ademenirea optică a insectelor polenizatoare (muşte, unii gândaci, insecte cu trompă scurtă). La alte umbelifere, efectul de ademenire optică pentru insectele polenizatoare îl realizează involucrul sau involucelul frapant colorat, ca de exemplu la *Astrantia major*, la care hipsofilele involucrului sunt mari, de culoare albă sau albă-verzuie, iar la *Bupleurum sp.* acestea sunt mici, numeroase şi de culoare galbenă.

Fructul (fig. 438. 2-4) este scindabil în două fructuleţe (mericarpii), fiecare cu câte o sământă. Aceste fructuleţe sunt purtate în vârful unui suport numit carpofor, de care în final se desfac. Această alcătuire morfologică a fructului cât şi anatomia fructuleţelor este foarte caracteristică şi are rol în sistematica familiei. Fiecare fructuleţ prezintă o faţă ventrală (internă) mai mult sau mai puţin plană şi o faţă dorsală (externă). Pe faţa dorsală se află 5 coaste longitudinale sub care se află 5 fascicule conducătoare. Deasupra acestora din urmă se află aşa-numitele nervuri principale (două nervuri de margine şi trei de spate). Între coaste, pe care adesea se află ghimpi sau sunt lăţite ca nişte aripi, se află jghiaburi longitudinale numite valecule, în care se pot dezvolta şi nervuri secundare. Sub valecule, mai rar sub nervurile principale, se află canale schizogene secretoare de uleiuri eterice. Prin analiza morfologică şi anatomică a fructelor se pot determina cu siguranţă speciile la care aparţin diferite condimente, droguri sau falsificări ale acestora.



Sămânţa prezintă un embrion mic şi un endosperm puternic dezvoltat, bogat în grăsimi şi protide. Cotiledoanele sunt inegale, rareori unul singur.

Sistematica. Clasificarea în subfamilii se face pe baza consistenţei endocarpului, prezenţa sau absenţa canalelor schizogene secretoare, formei frunzelor, prezenţa sau absenţa stipulelor etc.

1.**Subfamilia *Hydrocotyloideae.*** Au fruct cu endocarp lemnos, fără canale secretoare. ***Hydrocotyle vulgaris*** (Buricul apei) este specie care nu creşte în România.

2. **Subfamilia *Saniculoideae.*** Canalele secretoare sunt prezente în valeculele mericarpiilor. Frunze palmat-lobate sau palmat-partite, fără stipule. Involucru şi involucele bine dezvoltate.

Sanicula europaea (Sânişoară) se află frecvent în păduri de foioase.

Astrantia major (fig. 439) se află în pajişti, tufărişuri şi buruienişuri în regiunea montană.

Genul ***Eryngium*** cuprinde 200 specii cosmopolite. La noi se află: *E. campestre* (Scaiul dracului) cu frunze spinos-divizate. Organele subterane (rizomul şi rădăcinile adventive) au utilizări medicinale (*Eryngii radix, rhizoma*, med.). *E. planum* (Scaiul vânăt) la care capitulele florifere ca şi tulpinile şi frunzele sunt albăstrui. În medicina empirică se utilizează părţile aeriene (*Eryngii plani herba*, med).

Fig. 439. *Astrantia major:* 1 – habitusul plantei cu umbelă compusă cu hipsofile involucrale vizibile; 2a – floarea; 2b – fructul; 2c – secţiune transversală în fruct; 2d – hipsofile ale involucrului (după Flora R.P.R.)

3. Subfamilia *Apioideae*

Fructul are endocarpul moale, uneori întărit datorită stratului de sclerenchim subepidermal. Canalele secretoare sunt prezente atât în valeculele mericarpiilor, dar şi în organele vegetative ale plantei. Acestea conţin uleiuri esenţiale, heterozide, alcaloizi toxici etc.

Aici se încadrează cele mai numeroase umbelifere spontane şi cultivate.

A. Dintre cele care posedă rădăcini comestibile se amintesc: ***Daucus carota*** subsp. ***sativum*** (Morcovul cultivat), ale cărui rădăcini sunt bogate în caroten (provitamina A), zahăr etc. Au valoare ca aliment, dar şi ca medicament: din fructe se extrage un ulei volatil cu utilizări în industria parfumurilor, cosmetică etc.; ***Apium graveolens*** (Ţelina) (fig. 440-A) este specie bienală de la care se utilizează rădăcinile şi frunzele, ca legume şi condiment. Au şi însuşiri afrodisiace; ***Pastinaca sativa*** (Păstârnacul) este plantă bienală, cultivată ca legumă, dar şi condiment prin rădăcinile şi funzele sale; ***Petroselinum crispum*** convar. ***radicosum*** (Pătrunjelul cultivat pentru rădăcini) are rădăcina tuberizată, cărnoasă, comestibilă.

B. Cele mai numeroase apioidee sunt specii aromatice și medicinale, datorită conținutului ridicat de uleiuri esențiale în fructe, dar și în rădăcini și frunze.

Carum carvi (Chimenul, Chimionul) (fig. 441. 2) este specie bienală, spontană prin pajiști montane, dar și cultivată pentru fructele sale (*Carvi fructus, Oleum carvi*, off.) cu utilizări farmaceutice, dar și în industria băuturilor alcoolice, în panificație ca aromatizant și condiment. Are flori albe și frunzele mult divizate.

****Pimpinela anisum*** (Anasonul) este o specie unianuală, cu rădăcina pivotantă subțire. Florile sunt albe, mici, cu semifructele greu separabile. Utilizări farmaceutice au fructele (*Oleum Anisi vulgaris, Anisi vulgaris fructus*, off.). Se folosesc și pentru schimbarea gustului unor medicamente.

****Coriandrum sativum*** (Coriandrul) este o specie unianuală cu rădăcini pivotante subțiri și frunze variat divizate cu segmente subțiri, liniare. Florile sunt alb-roșietice sau violacee. Întreaga plantă are miros neplăcut, de ploșniță. Utilizări farmaceutice au fructele (*Coriandri fructus*, off.) care conțin ulei volatil (*Aetheroleum coriandri*, off.). Se folosesc și în industria cărnii, drept condiment și aromatizant.

****Anethum graveolens*** (Mărarul) (fig. 440-B) este specie unianuală de la care se utilizează fructele și frunzele drept condiment, dar și ca medicament (*Anethi fructus*, med.).

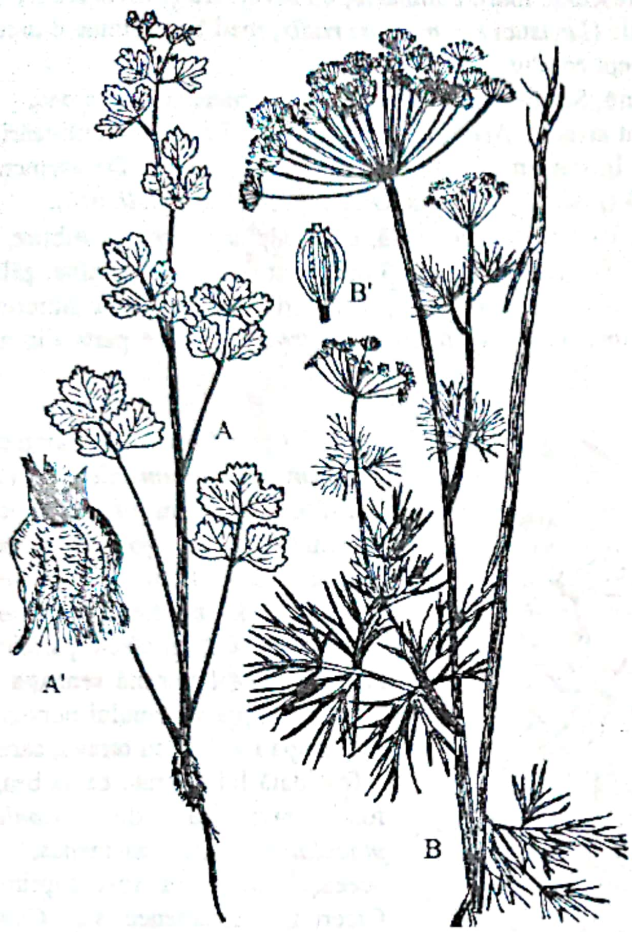


Fig. 440. A – *Apium graveolens:* – habitusul plantei: A' – rădăcina tuberizată; B – *Anetum graveolens*: habitusul plantei; B' – fructul (după Flora R.P.R.)

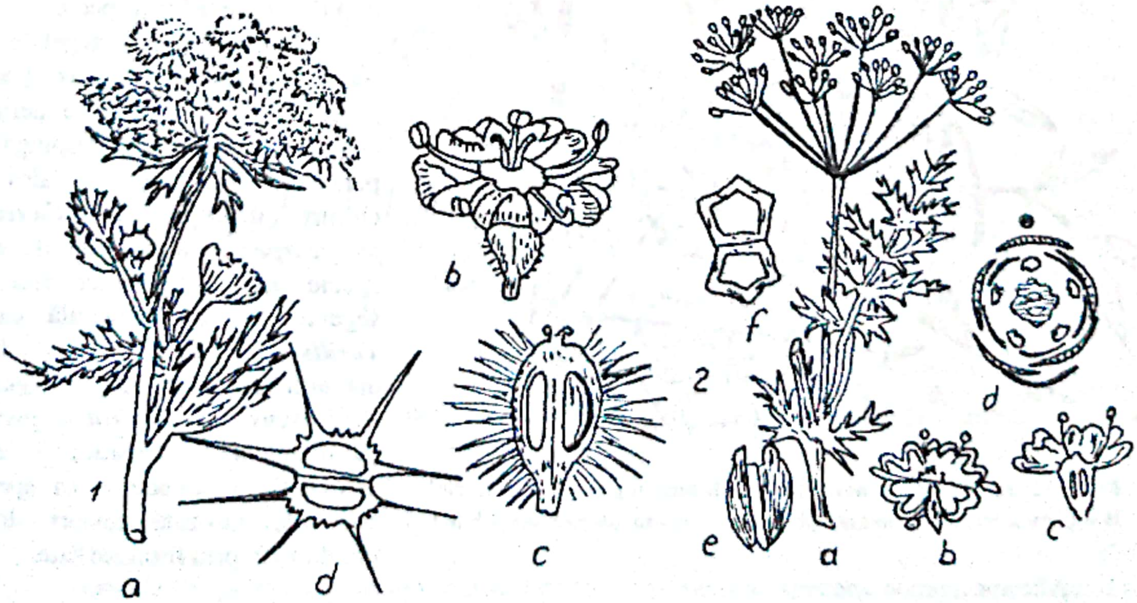


Fig. 441. *Apiaceae:* 1 – *Daucus carota* subsp. *carota*: a – vârful lăstarului cu umbela compusă; b – floarea cu vârful petalelor îndoit spre interior; c – fruct scindabil alcătuit din două mericarpii spinoase; d – fructul în secțiune transversală; 2 – *Carum carvi:* a – vârful lăstarului cu inflorescență compusă fructificată; b – floarea văzută de sus; c – floarea în secțiune longitudinală; d – diagrama florală; e – fructul scindabil; f – secțiune transversală în fructul glabru (după Cristurean, din I. Pop et al.)

__Levisticum officinale__ (Leuşteanul) este plantă perenă, cu rizom gros, ramificat, ce se continuă cu o rădăcină pivotantă, lungă de 20-30 cm. Frunzele sunt foarte mari, cu segmente late. Florile sunt galben –deschis, grupate în inflorescenţe mari, compacte, cu involucru şi involucel. Toate organele plantei, în special rizomii şi rădăcinile (*Levistici rizoma cum radix*, med.) au acţiune diuretică şi hipotensivă. Părţile aeriene sunt utilizate drept condiment.

__Foeniculum vulgare__ (Fenicul, Molură, Secărea) este specie robustă, bienală sau perenă, cultivată şi sălbăticită. Planta are miros plăcut aromat. Are flori galbene aurii. Fructele au utilizări pe scară largă în industria băuturilor alcoolice, în parfumerie, la fabricarea săpunurilor. De asemenea, fructele au şi o deosebită valoare farmaceutică (*Foeniculi fructus, Oleum, Aqua Foeniculi*, off.).

__Petroselinum crispum__ (Pătrunjelul) este specie bianuală, cu rădăcina pivotantă subţire. Se cultivă în câteva varietăţi pentru frunze. Frunzele sunt mari, de 2-3 ori penat sectate. Flori albe, gălbui sau verzui. Pe lângă propreităţile condimentare, pătrunjelul are şi utilizări medicinale, ca diuretic şi emenagog (fructele). Pătrunjelul, precum ceapa, usturoiul, prazul, morcovul ş.a. face parte din aşa-numitele alimente-medicament.

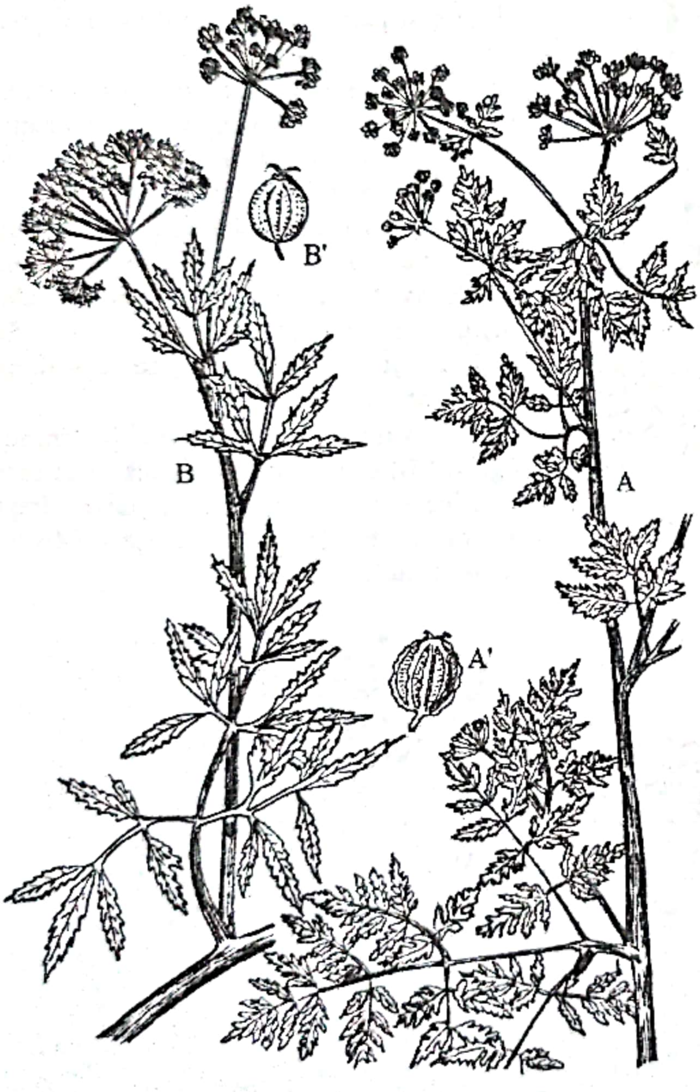


Fig. 442. A – *Conium maculatum* – habitusul plantei; A' – fructul; B – *Cicuta virosa* – habitusul plantei; B' – fructul (după Flora R.P.R.)

C. Specii otrăvitoare: ***Conium maculatum*** (Cucuta) (fig. 442-A), are miros neplăcut, respingător, de şoareci. Toate părţile plantei (mai ales fructele) conţin alcaloizi toxici (coniină, conhidrină etc.) cu efecte paralitice şi analgezice (suprimă senzaţia de durere) asupra sistemului nervos la om. Cupa mortală cu otravă, care i-a fost dată lui Socrate ca să bea, a fost preparată din *Conium maculatum*. De asemenea, cu aceeaşi otravă au fost suprimaţi Ciceron, Theramenec ş.a. ***Cicuta virosa*** (Cucuta de apă) (fig. 442-B) prezintă un rizom cu mai multe camere cu aer. Creşte în mlaştini, malul lacurilor, bălţilor şi este mai rară decât precedenta specie.

D. Buruieni segetale şi ruderale: ***Bifora radians*** (Iarbă puturoasă) la care părţile aeriene emană un miros respingător, persistent. Se află mai ales în culturi de păioase. ***Caucalis platycarpos*** (Morcov spinos) este specie anuală frecventă atât va segetală cât şi ca ruderală, ca şi ***Torilis arvensis*** (Hasmaţuchiul măgarului), ***Falcaria vulgaris***. ***Anthriscus trichosperma*** (Hasmaţuchi sălbatic) este frecventă şi abundentă ca specie ruderală, utilizată uneori drept condiment, prin frunzele sale.

Alte specii spontane:

Angelica archangelica (Angelică) (fig. 443) veche şi renumită plantă medicinală (*Radix, herba, semen* et *oleum Angelicae*). Este plantă robustă întâlnită în regiuni montane umede (margini de păduri, în lungul pâraielor, turbării etc.)

Smyrnium perfoliatum (Salata de pădure) (fig. 444). Prezintă rădăcini tuberizate, frunze cu mici incizii, ovate sau alungit-ovate, cu baza cordată, semiamplexicaule. Are flori galbene-verzui.

Genul **Bupleurum** cu mai multe specii cu frunze simple cu mici incizii, amplexicaule sau semiamplexicaule. Florile sunt galbene. *B. rotundifolium* (fig. 445)

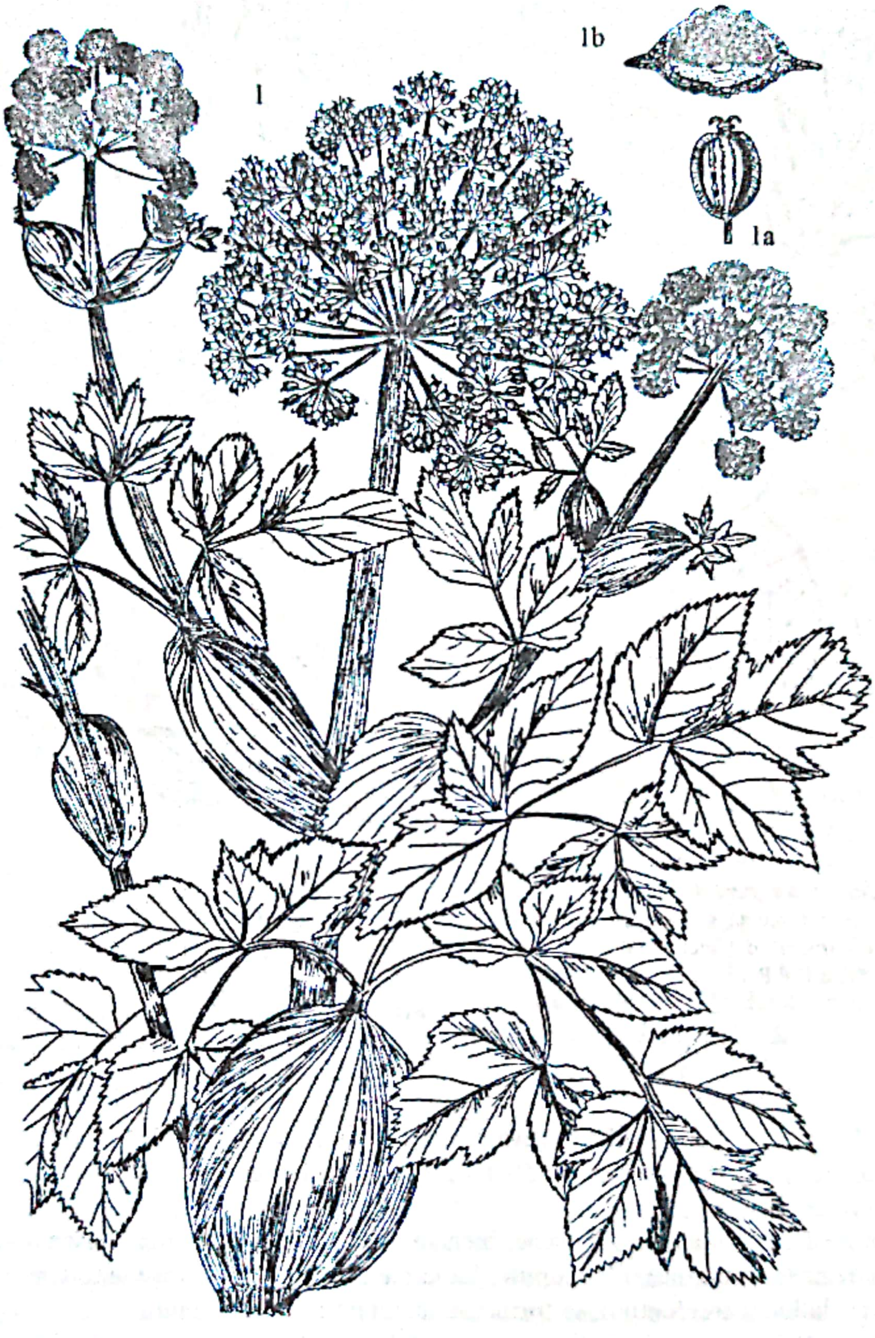


Fig. 443. I – *Angelica archangelica* – habitusul plantei cu frunze, inflorescențe și fructe; 1a – fructul; 1b – secțiune transversală în fruct (după Flora R.P.R)

Importanța

Apiaceele reprezintă o familie botanică mare, cu numeroase specii și genuri, larg răspândite la noi, în toate zonele de vegetație și în multe biotopuri. Cele mai numeroase dintre acestea sunt insuficient cunoscute sub aspectul utilizării lor. Pentru multe dintre ele se cunoaște valoarea lor ca plante alimentare, condimentare, ornamentale, medicinale, melifere etc. Sunt și specii toxice pentru om și animale domestice precum și unele dintre ele nefolositoare sau chiar dăunătoare culturilor, pajiștilor etc.

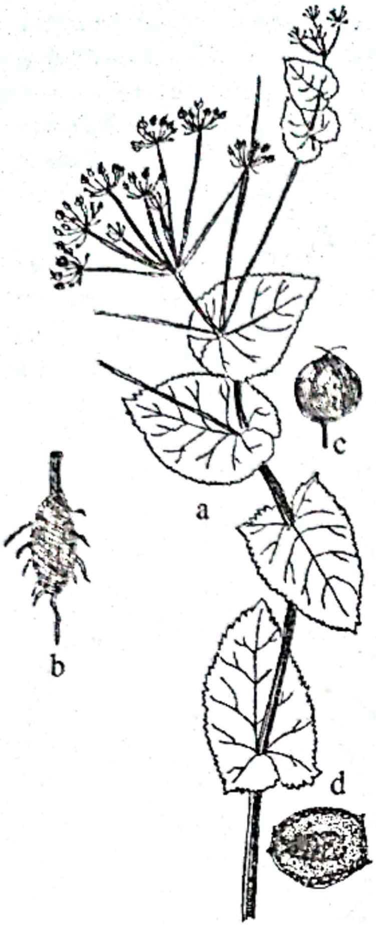


Fig. 444. *Smyrnium perfoliatum:* a – fragment de lăstar cu inflorescență și fructe; b – rădăcina tuberizată; c – fructul; d – secțiune transversală în fruct (după Flora R.P.R.)

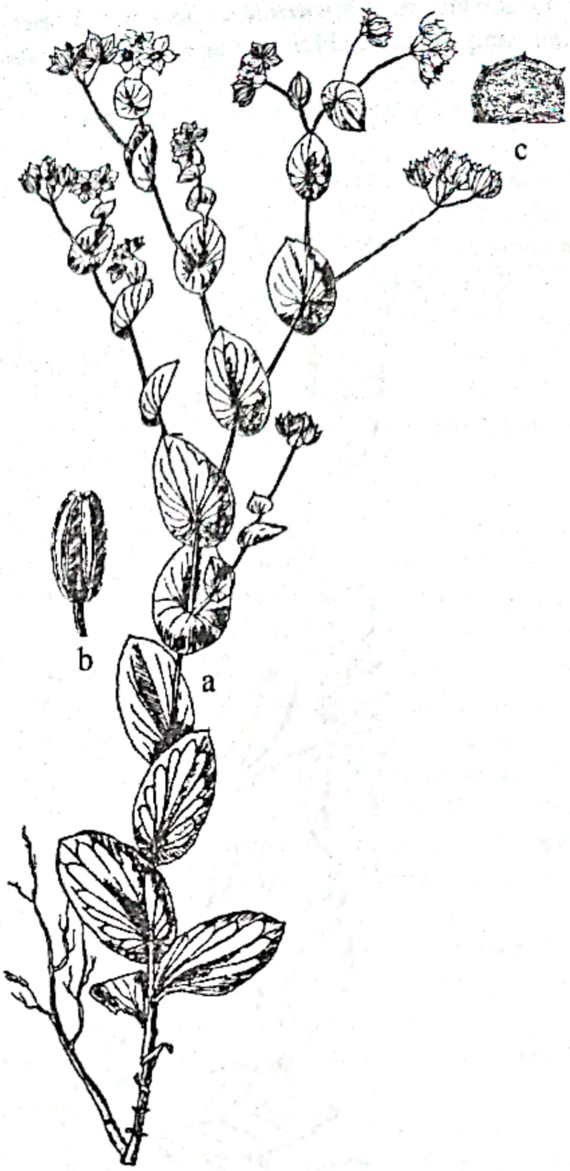


Fig. 445. *Bupleurum rotundifolium*: a – habitusul plantei; b – fructul; c – secțiune transversală în fruct (după Flora R.P.R.)

5.11. Supraordinul *ASTERANAE* (= *ASTERIDAE* s. str., *SYNANDRAE*)

Forme predominant erbacee (perene, bienale și unianuale) cu frunze adesea dințate, lobate sau chiar adânc divizate (mai puține), fără stipule. La unele dintre ele apar vase laticifere, iar ca substanță de înmagazinare, în locul amidonului, se formează un alt polizaharid – inulina.

Florile sunt clar simpetale, actinomorfe până la zigomorfe, cu tendința generală de formare a pseudantiilor. La stamine, tendința de concreștere a anterelor este postgenitală. Ovarul este superior (la formele inițiale) și inferior la majoritatea dintre acestea. Stilurile prezintă variate întocmiri pentru colectarea și selecționarea polenului în vederea polenizării zoofile. Endospermul se formează după tipul celular.

Substanțele bioactive dominante sunt cele din grupa sesquiterpenlactone și poliacetilene și numai izolat iridoide.

Sistematica. Supraordinul cuprinde două ordine: *Campanulales* și *Asterales*.

11.1. Ordinul *CAMPANULALES*

Ordin cu poziție bazală, caracterizat prin predominanța florilor individuale, gineceu deseori cu mai multe carpele, uneori cu poziție superioară. În fiecare locul se află mai multe ovule, fructul este o capsulă cu numeroase semințe cu endosperm.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Campanulaceae, Lobeliaceae, Menyanthaceae.*

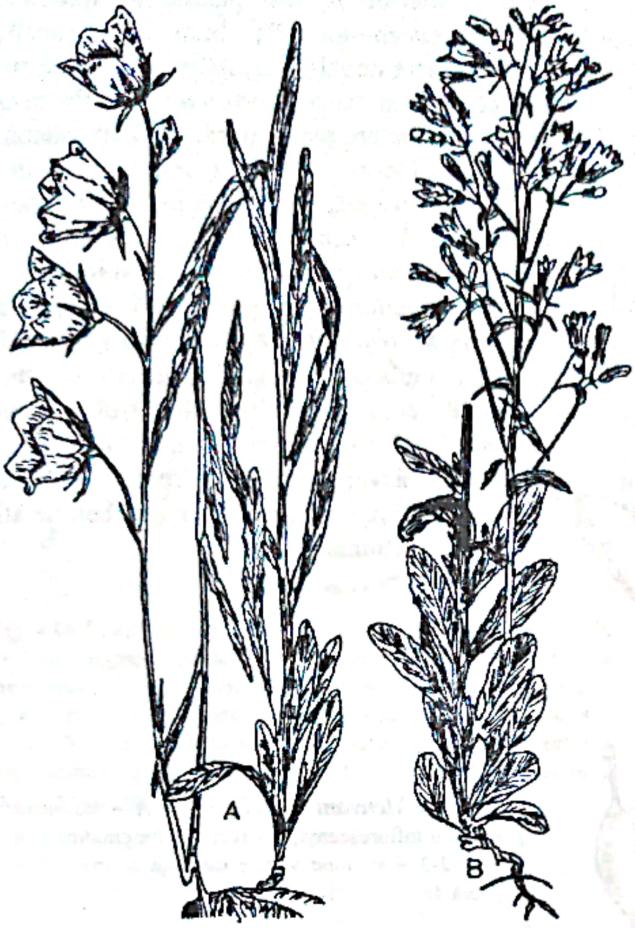


Fig. 446. *Campanula persicifolia* – habitusul plantei cu flori; B – *Campanula sibirica* (după R.P.R.)

Familia *Campanulaceae*

Familie cu circa 1.100 specii erbacee, rareori arbuşti sau liane, cu largă răspândire în regiunea mediteraneană, mai rar în zone intertropicale.

Frunzele sunt simple, dispuse altern, rareori opus, fără stipule. Flori mai rar solitare, de regulă generală, în inflorescenţe laxe sau mai mult sau mai puţin condensate. Florile sunt radiar simetrice proterandrice. Caliciul este format din 5 sepale, de obicei libere, persistente pe fruct. Corola este simpetală, campanulată (în formă de clopoţel), tubuloasă sau infundibuliformă (formă de pâlnie). Staminele sunt libere, fixate pe receptacul (şi nu pe tubul corolei), alternând cu lobii corolei. Anterele sunt uneori alipite între ele (la *Jasione*), foarte rar concrescute într-un tub lung (la *Symphyandra wanneri*) ca la *Asterales*. La *Phyteuma sp.* şi *Jasione sp.* petalele la mijloc sunt libere şi sunt unite numai prin vârful lor. Florile lor sunt îndesuite în inflorescenţe compacte, înconjurate la bază de bractei, amintind, astfel, de antodiile de la *Asteraceae*.

Staminele se maturează mai întâi şi deşartă polenul, înainte de desfacerea stigmatului, pe nişte perişori colectori situaţi pe stil. Gineceul, de cele mai multe ori, este alcătuit din 3 carpele concrescute, inferior sau semiinferior. Fructul este o capsulă cu numeroase seminţe. La *Campanula sp.* capsula este poricidă, adică se deschide prin 3 sau 5 pori terminali (situaţi sub vârf) sau la baza ei. Endospermul este celular. Autogamia, uneori şi cleistogamia, sunt frecvente.

$$* \, K_{(5)}C_{(5)}A_5\overline{G}_{(3-5)}$$

Genuri principale: *Campanula, Phyteuma, Jasione* ş.a.

Genul ***Campanula*** (Clopoţei) încadrează 250 specii răspândite peste tot în Emisfera de Nord şi regiunea mediteraneană. În flora României se află 30 specii răspândite în biotopuri variate, de la câmpie până în alpin: *C. persicifolia* (fig. 446-A) are flori solitare, albastre mari; *C. trachelium* (Clopotul caprei) prezintă raceme terminale alcătuite din flori albastre. În organele vegetative se află laticifere cu latex (cu compoziţie asemănătoare cauciucului), ceruri, amestecuri de esteri şi rezine; **C. medium* (Clopoţei de grădină); *C. sibirica* (fig. 446-B).

Geum ***Jasione*** cu 15 specii mediteraneene. *J. montana, J. orbiculata* şi *J. dentata* se află şi în flora României.

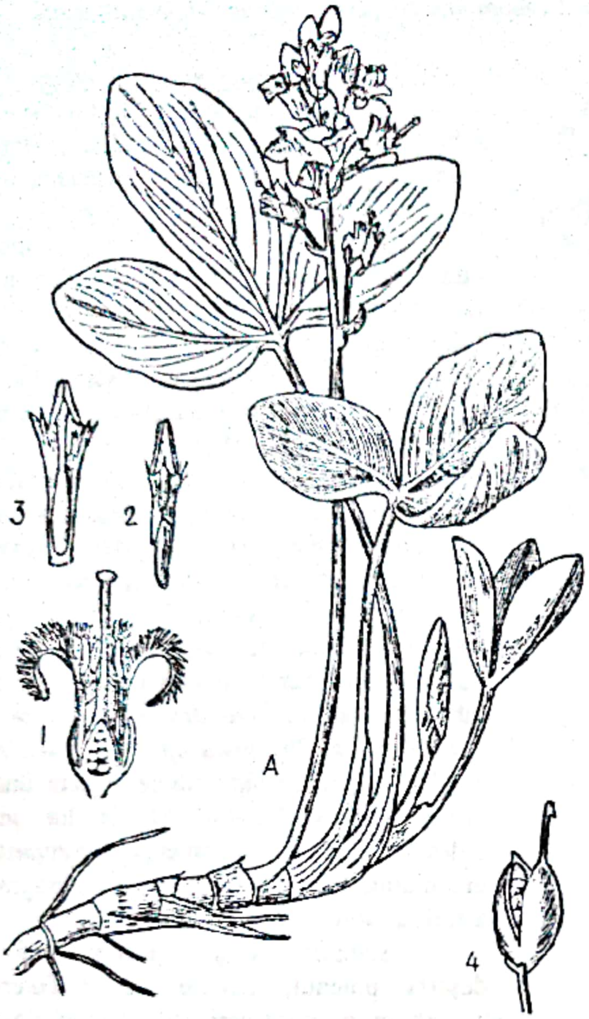
Familii *Lobeliaceae*

Familia cuprinde 800 specii răspândite peste tot în regiuni tropicale şi în Emisfera de Sud.

Florile sunt zigomorfe, cu anterele concrescute şi ovarele cu două compartimente.

$$\circ\!\mid\!\circ \, K_{(5)}C_{(5)}A_5\overline{G}_{(2)}$$

Unele specii de ***Lobelia*** cresc în munţii înalţi din Africa şi sunt denumite „arbori de coroană", datorită faptului că în vârful tulpinii scurte poartă o rozetă de frunze mari. *L. erinus* este specie erbacee ornamentală, cu flori albastre-închis, originară din Africa de Sud. Are şi utilizări medicinale (*Lobeliae herba*, med.).



Familia *Menyanthaceae*

Familia încadrează circa 40 de specii, care anterior au fost plasate în apropierea *Gentianaceae*-lor. Pe baza unor analize moleculare de ADN, în sistemele actuale sunt încadrate la baza *Asteranae*- lor. Păstrează totuşi caractere plesiomorfe şi anume stamine libere, gineceu cu poziţie mai mult sa mai puţin superioară, din care se formează capsule cu multe seminţe. Ca substanţe de înmagazinare se află inulina, dar şi iridoide.

Genuri principale: ***Menyanthes*** cu specia *M. trifoliata* (Trifoiul bălţii) (fig 447), o plantă erbacee perenă, de mlaştină, ale cărei frunze sunt alcătuite din trei foliole; ***Nymphoides***, cu specia *N. peltata* (Plutică), o plantă acvatică, cu frunze natante, asemănătoare cu ale nufărului. Ambele se află şi în flora României.

Fig. 447. *Menyanthes trifoliata;* A – habitusul plantei cu inflorescenţa; 1 – secţiune longitudinală în floare; 2-3 – stamine văzute din faţă şi spate; 4 – capsulă deschisă (după Emberger)

11.2. Ordinul *ASTERALES*

Reprezintă *Rosidae*- le cele mai evoluate, cu puternice caractere de superioritate. Florile nu sunt niciodată solitare, ci concentrate în inflorescenţe elementare, caracteristice, numite antodii (calatidii), care reprezintă cele mai veritabile pseudantii. Acestea sunt înconjurate de hipsofile, care imită caliciul.

Gineceul este pseudomonomer, adică alcătuit din 2 carpele concrescute, iniţial cu două compartimente, fiecare cu câte un ovul, însă în final rămâne numai unul funcţional, care dă naştere la un fruct numit achenă, cu o sămânţă. Endospermul este redus sau lipseşte, embrionul este bine dezvoltat.

Sistematica. Pe baza mai multor caractere, ordinul încadrează familiile: *Goodeniaceae, Calyceraceae, Asteraceae.*

Familia *Goodeniaceae*

Acestea sunt plante australiene, în număr de 430 specii erbacee sau frutescente, care, prin mai multe caractere, sunt apropiate de *Campanulales*. De cele mai multe ori nu prezintă calatidii, însă colectarea polenului se face într-o cupă a stilului (la cele inferioare polenul este depus direct pe stigmat).

Familia *Calyceraceae*

Familie cu 55 specii sud-americane, cu florile grupate în calatidii, însă ca substanţe bioactive se află încă plesiomorfele iridoide.

Familia *Asteraceae* (= *Compositae*)

Una dintre cele mai numeroase familii de plante, cu circa 21.000 specii cosmopolite, dintre cele mai răspândite şi numeroase angiosperme de pe Terra.

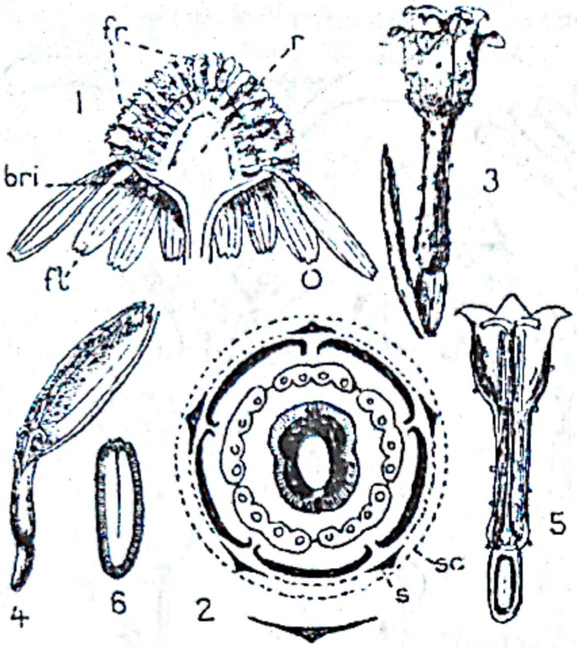


Fig. 448 I: *Asteraceae:* 1 – antodiu de la *Anthemis nobilis* – în secțiune longitudinală se observă receptaculul (r) și hipsofilele involucrale; fl – flori ligulate; fr – flori tubuloase; bri – bractei involucrale; 2 – diagrama florală; sc – scvame involucrale; s – sepale; 3 – floare tubuloasă; 4 – floare ligulată; 5 – secțiune longitudinală într-o floare tubuloasă; 6 – achena în secțiune longitudinală; (după Emberger)

Acestea sunt preponderent plante erbacee (perene, bianuale sau unianuale), rareori arbuști, arbori sau liane cactoide. În pământ prezintă rădăcini normale, dar și numeroase metamorfoze, uneori cu muguri, ceea ce ajută la propagarea vegetativă.

Frunzele, de regulă generală, sunt alterne, rareori opuse, verticilate sau în rozetă bazală, precum și combinații ale acestora.

Caracterul comun și inconfundabil de recunoaștere al asteraceelor îl reprezintă concentrarea florilor pe o axă prelungită conic sau aplatizată și formarea inflorescenței simple numită antodiu (= calatidiu), care reprezintă cel mai veritabil pseudantiu. Antodiile se grupează în moduri variate în inflorescențe compuse.

Recepatculul (axul antodiului) poate fi plan, globulos, convex, concav etc., compact sau gol. Pe acesta se inseră, sesil, florile în mici gropițe, la subsuoara unor bractei sub formă de solzi, care uneori lipsesc (fig. 448-I). Florile, așezate des unele lângă altele, sunt, de regulă generală, bisexuate, mai rar unisexuate.

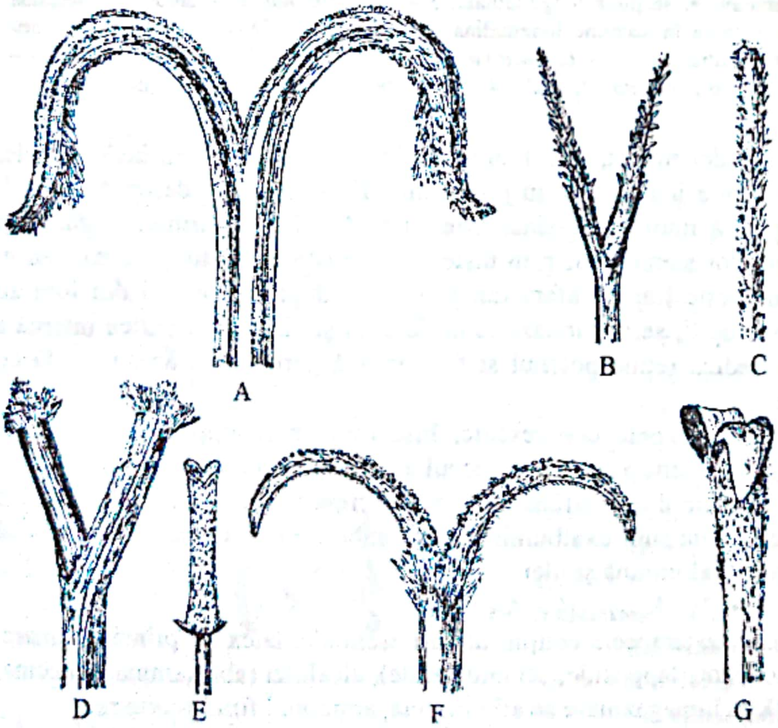


Fig. 448 II: *Asteraceae* – diverse tipuri de stigmate: A – *Helianthus annuus* L. (x 25); B – *Gaillardia aristata* Pursh. (x 8); C – *Pectis angustifolia* Torr. (x 30); D – *Cineraria lobata* Pers. (x 40); E – *Cryptostemma calendulaceum* R. Br. (x 15); F – *Echinops sphaerocephalus* (x 25); G – *Macroclinidium robustum* (x 20) (după Engler et Prantl., in Emberger)

În antodii (fig. 448-I: 449) se găsesc flori tubuloase, flori ligulate sau ambele tipuri situate alăturat, precum și unele variante ale acestora, ca flori bilabiate sau pâlniate (fig. 450).

Florile tubuloase prezintă corola ca un tub, care se termină cu cinci vârfuri egale, ceea ce îi conferă o simetrie radiară (fig. 448-I: 3,5).

Florile ligulate se caracterizează prin aceea că tubul corolei se prelungește lateral cu o ligulă (limbă) cu 3 sau 5 vârfuri întinse lateral, din care cauză simetria este dorso-ventrală (zigomorfă) (fig. 448-I: 4).

Între cele două forme de corole, care determină tipurile de flori, se află și forme intermediare cum ar fi cele bilabiate și pâlniate (fig. 450. 3, 5)

Caliciul este transformat în solzi, țepi sau perișori (ca papus) și servește la răspândirea fructului indehiscent, anemohor sau epizoochor. Uneori caliciul este complet redus.

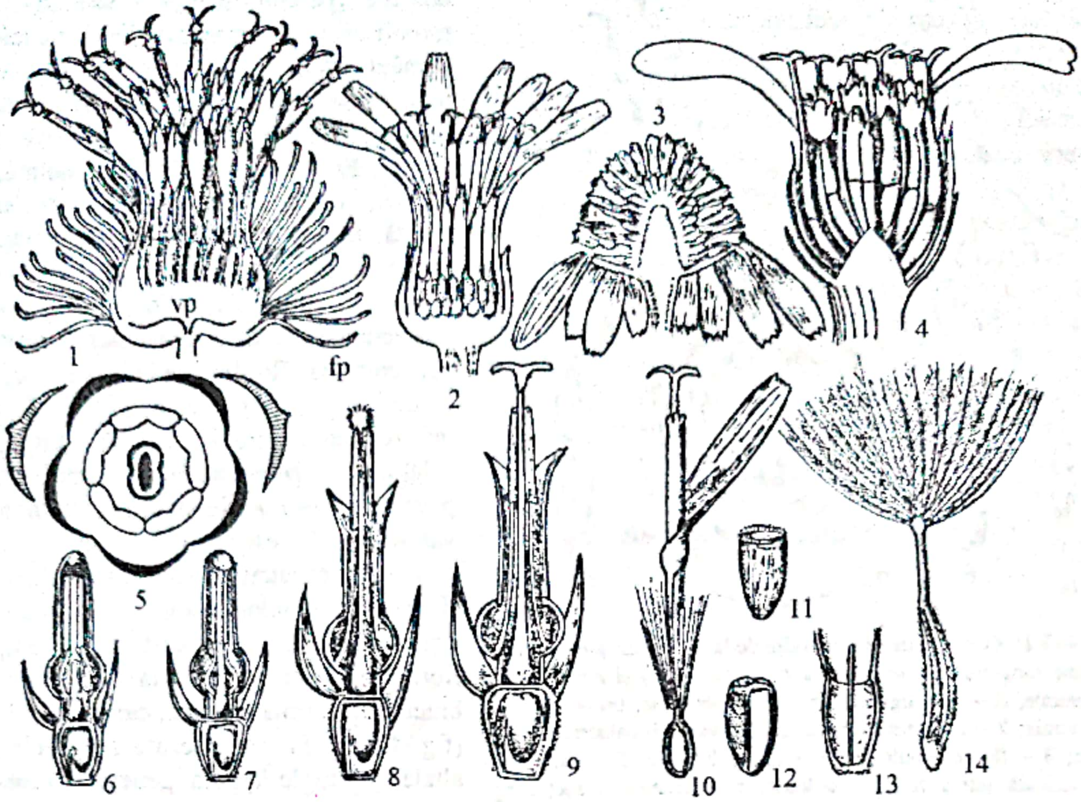


Fig. 449. *Asteraceae* (*Compositae*): 1– *Lappa major* – antodii în secţiune longitudinală; fp – hipsofile calatidiale; vp – receptaculul gol; 2 – *Lactuca virosa* – antodiu în secţiune longitudinală; 3 – *Anthemis nobilis* – antodiu în secţiune longitudinală; 4 – *Achillea millefolium* – antodiu în secţiune longitudinală; 5 – *Helianthus annuus* – diagrama florii tubuloase; 6-9 – faze în dezvoltarea unei flori tubuloase; 10 – *Lactuca virosa* – floare ligulată; 11 – *Cichorium intybus* – fruct; 12 – *Helianthus annuus* – fruct; 13 – *Bidens tripartita* – fructul; 14 – *Tragopogon floccosus* – fructul (după Soó)

Cele 5 stamine sunt inserate, independent, prin filamntele lor, pe tubul corolei, însă anterele, prin intermediul cuticulei lor, sunt alipite într-un tub în jurul stilului, în care este deşertat polenul. Fenomenul de alipire a anterelor poartă numele de sinanterie. (fig. 450-7). Ca urmare a alungirii stilului şi respectiv scurtarea filamentelor staminelor, prin nişte perişori colectori stuaţi pe stil sau în vârful acestuia (sub stigmat), polenul este împins afară din tub. Abia după aceea, cei doi lobi au stigmatului (fig. 448-II), care au fost alipiţi, se depărtează unul de altul şi eliberează partea internă a lor, care este capabilă de concepţie (adică reţine polenul şi favorizează germinarea acestuia). Deci, florile asteracelor sunt proterandrice.

Gineceul este alcătuit din două carpele concrescute, însă rămâne funcţională numai una, unicompartimentată, cu un singur ovul anatrop. Deci, gineceul este pseudomonomer. Din ovar se formează fructul, o achenă, la care pericarpul este strâns alipit şi concrescut, mai mult sau mai puţin complet, cu tegumentul seminţei. Seminţele sunt exalbuminate, cu embrionul bine dezvoltat, cu două cotiledoane mari, cu substanţa de rezervă albumină şi ulei.

$$*, \circ \,|\, \circ\, K_{(\infty);(5);0}[C_{(5)}A^{(\ )}_{5}]G_{\overline{(2)}}$$

Din punct de vedere biochimic, asteraceele conţin: uleiuri esenţiale, latex cu principii amare, răşini sau cauciuc, heterozide (vernioniside, lapposide, centaureoside), alcaloizi (abrotamina, senecina, hiosciamina, cumarina). Ca substanţă de înmagazinare se află inulina, amidonul fiind foarte rar.

Sistematica. Pe baza caracterelor morfologice, fitochimice şi moleculare, fam. *Asteraceae* se divide în 3 subfamilii şi aproximativ 15 triburi.

Subfamilia *Barnadesioideae*

Reprezintă o grupă bazală relictară din Anzii Nordici ai Americii de Sud, unde s-a născut familia. Florile sunt numai zigomorfe, aparent bilabiate.

Subfamilia *Lactucoideae* (= *Cichorioideae*) sau *Liguliflorae* s. lat.

Reprezentanţii prezintă antodii homogame, adică alcătuite din flori ligulate sau numai din flori tubuloase. Grăuncioarele de polen sunt mari, cu exina groasă. În organele vegetative prezintă latex, dar sunt lipsite de tuburi secretoare de uleiuri eterice.

Se divid în două grupe:

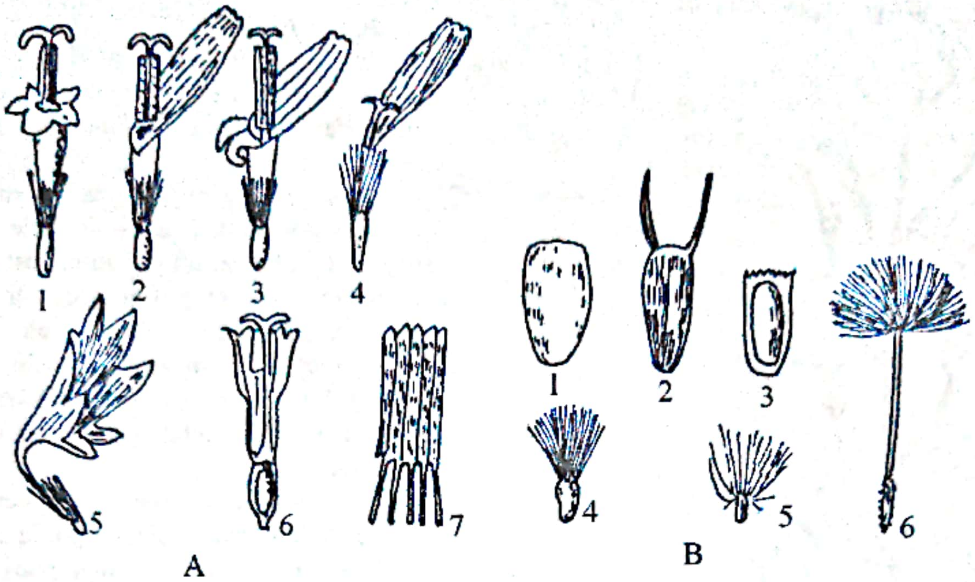


Fig. 450. Flori şi fructe la Asteraceae: A – Tipuri de flori: 1 şi 6 – flori tubuloase; 2 şi 4 – flori ligulate; 3 – floarea bilabiată; 5 – floarea pâlniată; 7 – stamine cu anterele unite (sinanterie); B – tipuri de fructe cu sau fără papus: 1 – *Helianthus annuus*; 2 – *Bidens tripartita*; 3 – *Cichorium intybus*; 4 – *Carduus sp.*; 5 – *Cirsium sp.*; 6 – *Taraxacum officinale* (după I. Pop)

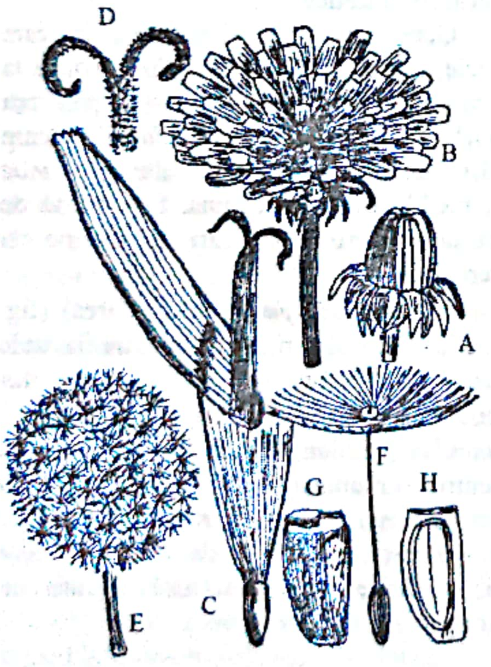


Fig. 451. *Taraxacum officinale:* A – antodiu înainte de înflorire; B – antodiu înflorit; C – floarea ligulată; D – vârful stilului cu cele 2 stigmate papiloase; E – antodiu fructificat; F – fructul cu papus; ; G, H – achena de la *Cichorium intybus*, fără papus, văzută lateral şi în secţiune longitudinală (după Bonnier)

A. CU ANTODII NUMAI CU FLORI LIGULATE

Ligula a rezultat din concreşterea a 5 petale şi corespunzător cu acestea, la vârf cu cinci dinţişori.

Aici sunt încadrate câteva triburi cu caractere plesiomorfe, mai puţine genuri, dar cu numeroase specii, adesea apomictice, poliploide şi hibridogene: *Mutiseae*, *Vernoniaceae* şi *Lactuceae* (= *Cichorioideae*).

Genuri principale:

Cichorium cu *C. intybus* (Cicoarea sălbatică), de la care utilizări medicinale au părţile aeriene (*Cichorii herba*, med.) şi rădăcinile pivotante groase (de 1-1,5 cm) (*Cichorii radix*, med.), din care uneori se face şi surogat de cafea. *C. endivia* cultivată ca legumă (Salata de andive).

Scorzonera (Tătineasa) cu specii spontane şi unele cultivate pentru rădăcinile lor, folosite ca legume. Ex. *S. hispanica*.

Leontodon cu papus din perişori penaţi: *L. autumnalis* (Capul călugărului).

Taraxacum (Păpădia) cu papus simplu: *T. officinale* (fig. 451.) este o specie perenă, foarte variabilă şi comună în diferite habitate. Utilizări farmaceutice au frunzele (*Taraxaci folium*, off.) şi rădăcinile (*Taraxaci radix*, off.), cu acţiune colagogă.

Hieracium (Vulturica), are, de asemenea, papus simplu. Foarte bogat în specii, hibrizi, adesea agamosperme, poliploidia frecventă. Unul dintre cele mai mari genuri (cu circa 800 specii şi hibrizi cu largă răspândire pe orizontală şi verticală, în foarte variate habitate). *H. pilosella, H. bauhini, H. alpinum* ş.a.

Lactuca cu speciile: *L. sativa* (Lăptuca, Salata verde) cultivată ca legumă pentru frunzele sale; *L. serriola* este specie spontană denumită şi „planta busolă", datorită orientării frunzelor sale.

B. CU ANTODII NUMAI CU FLORI TUBULOASE

Încadrează 3 triburi cu unele caractere apomorfe: *Cardueae, Carlineae* şi *Echinopeae.*

a. Tribul ***Cardueae*** cu câteva genuri:

Genul **Carduus** – fructele au papus simplu. *C. acanth*oides (Ciulin) este o specie cu frunze spinoase şi flori roşii, frecventă în locuri ruderale, pajişti degradate etc.

Genul **Cirsium** – fructele au papus penat (plumos). *C. arvense* (Pălămida) (fig. 452) este specie segetală şi ruderală, cu largă răspândire.

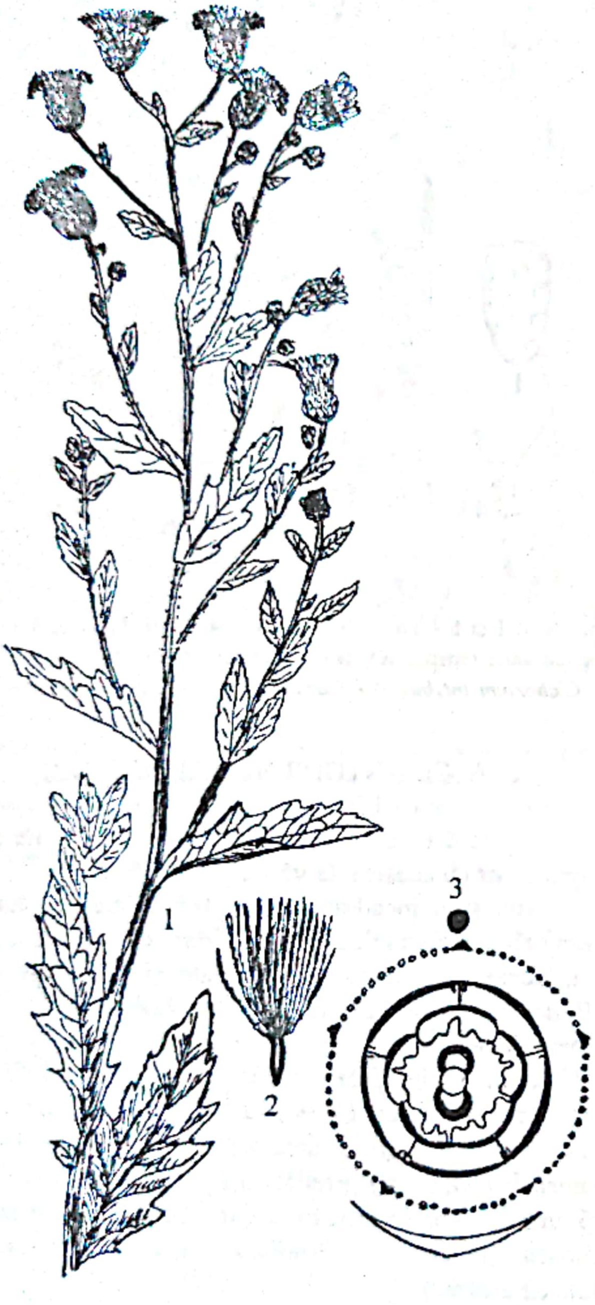


Fig. 452. *Cirsium arvense:* 1 – fragment de lăstar cu antodii; 2 – achena cu papus plumos; 3 – diagrama florală

Genul **Centaurea** – cu specia cea mai cunoscută *C. cyanus* (Albăstriţa), la care florile tubuloase marginale sunt mai mari şi sterile faţă de cele centrale, mai mici şi fertile. Frecventă mai ales în culturi de păioase. Utilizări medicinale au antodiile cu pedunculul (de circa 1 cm lumgime) (*Cyanei flores cum receptaculis*, med.), care intră în alcătuirea unor ceaiuri diuretice.

Genul **Arctium** (Brusture), la care scvamele involucrale antodiale, înconvoiate la vârf ca nişte cârlige, servesc la răspândirea epizoochoră. *A. lappa* (*Lappa major*) de la care utilizări medicinale au rădăcinile (*Bardanae radix*, med.) colectate toamna. Sub formă de decoct, au numeroase utilizări atât interne cât şi externe.

****Cynara scolymus*** (Anghinarea) (fig. 453) de la care utilizări medicinale au frunzele (*Cynarae floium*, off.) în afecţiuni hepato-biliare, insuficienţă cardiacă etc. *C. cardunculus* (Cardon) se utilizează ca legumă şi pentru ornament. Antodiile mari, cu receptaculul şi baza hipsofilelor cărnoase, conţin cantităţi importante de inulină şi alte materii nutritive. Se colectează înainte de înflorire.

****Silybum marianum*** (Armurariu) este o specie mediteraneană robustă, cultivată ca plantă medicinală, dar şi ornamentală.

****Cnicus benedictus*** (Schinelul) se cultivă ca plantă medicinală. Părţile sale aeriene (*Herba Cardui Benedicti*, med.) se utilizează pentru vindecarea rănilor, iar intern ca antihelmintic, în afecţiuni hepato-biliare etc.

****Carthamus tinctorius*** (Şofrănaş) este originar din Africa tropicală şi se cultivă şi în România. Este plantă oleaginoasă (prin fructele sale), dar şi colorantă (prin inflorescenţele cu flori galbene).

b. Tribul ***Carlineae***, cu genul ***Carlina***, la care hipsofilele antodiului sunt dispuse în formă de raze. *C. acaulis* (Turtă) crește spontan în pajiști montane.

c. Tribul ***Echinopeae***, cu genul ***Echinops*** la care antodiile de ord. I au numai o floare, iar mai multe antodii de ord. I sunt grupate în antodii de ord. II, mai mari, aproape sferice: *E. sphaerocephalus* (Măciuca ciobanului), *E. ruthenicus* (Tătarnică) ș.a.

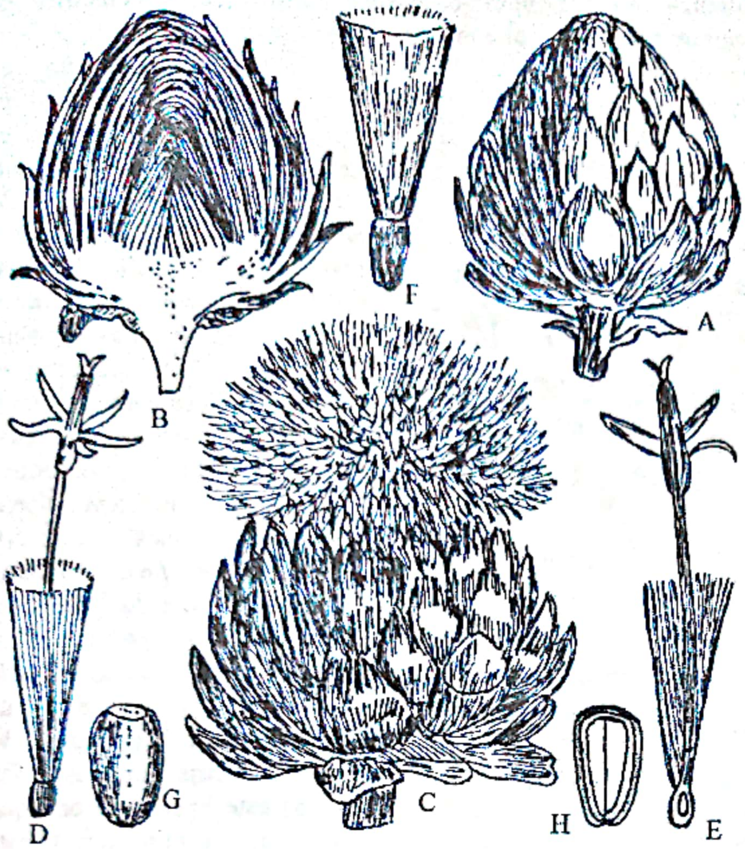


Fig. 453. *Cynara scolymus*: A – antodiu înainte de înflorire; B – același în secțiune longitudinală în care se evidențiază receptaculul cărnos și hipsofile involucrale imbricate; C - antodiu la înflorire; D – floarea tubuloasă; E – aceeași în secțiune longitudinală; F – achena cu papus; G – achena fără papus; H – secțiune longitudinală în achenă pentru a se vedea sămânța

Subfamilia *Asteroideae* (= *Tubuliflorae*)

De cele mai multe ori antodiile sunt heterogame, adică prezintă flori marginale ligulate (ligula în vârf cu 3 dinți) și flori centrale tubuloase. Sunt lipsite de latex, însă în organele lor vegetative prezintă rezervoare schizogene cu uleiuri eterice.

Subfamilia încadrează mai multe triburi și specii.

a. Tribul ***Astereae*** încadrează reprezentanți cu frunze alterne și hipsofile involucrale dispuse pe mai multe rânduri.

Genul ***Aster*** (Steliță) ocupă o poziție bazală prin ligula terminată cu 5 dințișori. Pe lângă câteva specii spontane, cultivate sunt mai multe specii, mai ales nord-americane (*A. novi-belgii, A. navae-angliae* ș.a.) ca plante ornamentale.

Genul ***Bellis*** cu *B. perennis* (Bănuței) spontan și f. *hortensis* cultivată pentru ornament.

b. Tribul ***Inuleae***

Genul ***Inula*** se caracterizează prin frunze lanceolat-eliptice, cu mici incizii și ligulele terminate cu 3 (-2) dințișori. *I. helenium* (Iarbă mare, Lacrimile Elenei) este spontană în pajiști umede. Largi utilizări medicinale au rădăcinile (*Inulae radix, rhizoma*, med.) colectate toamna.

Genul ***Leontopodium***, cu specia *L. alpinum* (Floarea reginei, Floarea de colți) la care hipsofilele involucrale sunt alb-lânoase și protejează mai multe antodii, formând un antodiu compus. Monument al naturii, crește în locuri stâncoase, calcaroase dim munți.

Genul ***Helichrysum***, cu specia *H. arenarium* (Siminoc), care crește spontan în locuri nisipoase. **H. bracteatum* (Flori de paie), originară din Australia, cu hipsofilele membranos uscate, frumos colorate. Este cultivată pentru ornament ca „Imortele".

Genul ***Raoulia*** încadrează 21 specii erbacee perene australiene și tasmaniene.

c. Tribul ***Anthemideae*** încadrează cele mai numeroase specii aromatice și medicinale cu uleiuri eterice și sesquiterpenlactone amare. Sunt răspândite în Lumea Veche.

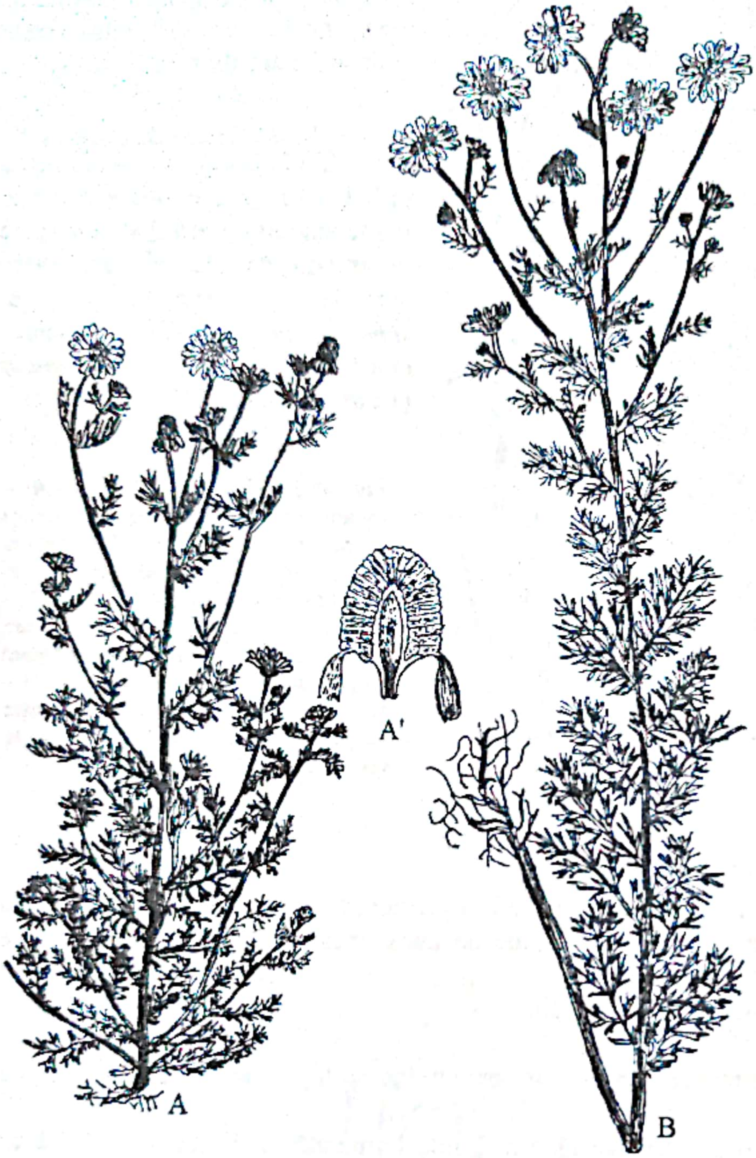


Fig. 554. A – *Matricaria recutita* – habitusul plantei; A' – antodiu în secțiune longitudinală (gol la interior); B – *Matricaria perforata* – habitusul plantei (după Flora R.P.R.)

Genul ***Matricaria***, cu câteva specii spontane, cu frunze penat-sectate, antodii cu receptacul conic, flori ligulate albe și tubuloase galbene. *M. recutita* (*M. chamomilla*) – (Mușețelul bun) (fig. 454-A) crește în locuri ruderale și cultivate și are miros plăcut, caracteristic. În raport cu ***Anthemis***, cu care se aseamănă, florile nu sunt prevăzute la bază cu bractei solziforme caracteristice. Întreaga plantă, dar mai ales antodiile (*Chamomillae flos*, *Tinctura, Oleum Chamomillae*, off.) au largi utilizări farmaceutice, atât intern (sub formă de infuzii) cât și extern (sub formă de comprese). *M. perforata* (*M. inodora*) (Mușețelul prost) (fig. 454-B) este lipsit de aromă sau este neplăcut mirositor. Crește în locuri rederale și segetale.

Genul ***Achillea*** (Coada șoricelului) prezintă antodii mici, grupate corimbiform. Cea mai cunoscută și utilizată specie, cu utilizări farmaceutice este *A. millefolium*, de la care se folosesc părțile aeriene (*Millefolii herba*, off.) colectate la înflorire.

Genul ***Artemisia*** (Pelinul), cu antodii mici, grupate racemiform sau paniculiform. Polenizarea este secundar anemofilă. *A. absinthium* (Pelinul bun) este plantă erbacee perenă cu reflexe alb-cenușii. Utilizări farmaceutice au frunzele și vârfuri înflorite (*Absinthii herba, folium*, off.) care conțin substanțe aromatice și principii amare. Se utilizează în industria băuturilor alcoolice. *A. dracunculus* (Tarhonul) se cultivă ca plantă condimentară, alimentară (ca salată verde) și medicinală (*Dracunculi herba*, med.). *A. abrotanum* (Lemnul Domnului) se cultivă ca plantă medicinală, ornamentală și de cult.

Leucanthemum vulgare (*Chrysantemum leucanthemum*) (Margareta) este o plantă spontană din pajiști. ***Dendranthema indicum*** (*Tanacetum indicum*) (Crizantemele) sunt originare din China și Japonia și sunt frecvent cultivat pentru ornament. *D. morifolium* (*Tanacetum morifolium*) (Tufănici) sunt cultivate pentru ornament și înfloresc toamna.

d. Tribul ***Senecioneae***. Reprezentanții au antodii cu mai puține rânduri de hipsofile involucrale.

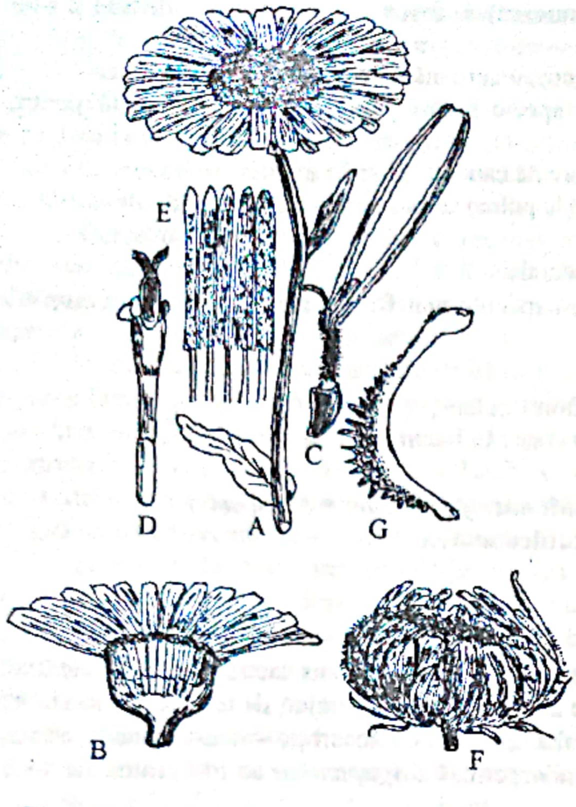


Fig. 455. *Calendula officinalis:* A – vârful lăstarului cu un antodiu; B – antodiu în secţiune longitudinală; C – floarea ligulată; d – floarea tubuloasă; E – androceul cu tubul anterelor etalate; F – fructele mature în calatidiu; G – achenă internă

f. Tiburile ***Heliantheae, Helenieae*** şi ***Eupatorieae*** cuprind reprezentanţi din Lumea Nouă (America de Nord şi de Sud).

Helianthus annuus (Floarea soarelui) (fig. 456). Denumirea a fost dată după însuşirea calatidiilor de a se orienta, în timpul zilei, după soare, datorită unei auxine deplasate pe axa lăstarului, pe partea opusă direcţiei razelor solare. În Europa a fost mai întâi cultivată ca plantă ornamentală, iar în momentul de faţă este o plantă oleaginoasă de primă importanţă. Uleiul de floarea soarelui, în afară de utilizările în alimentaţia omului, se întrebuinţează şi în farmacie, sub numele de *Oleum Helianthi* pentru a solubiliza şi vehicula uşor medicamente liposolubile. De la floarea soarelui au utilizări medicinale şi farmaceutice antodiile, frunzele, achenele (*Helianthi annui flos, folium, semen*, med.; *Oleum Helianthi*, off.). *H. tuberosus* (Topinamburul) prezintă tuberculi bogaţi în glucide. Înfloreşte toamna şi se utilizează ca furaj.

Tussilago farfara (Podbalul), la care primăvara devreme apar antodiile cu flori galbene, iar frunzele mari, cordate, rozulare, sinuat dinţate pe margini, se formează la începutul verii. În scopuri medicinale sunt utilizate frunzele (*Farfarae folium*, med.) şi inflorescenţele (*Farfarae flos*, med.), în afecţiuni pulmonare.

Genul ***Senecio*** (Spălăcioasă) încadrează specii erbacee larg răspândite pe orizontală şi verticală. *S. vulgaris* populează locuri ruderale şi segetale. *S. nemorensis* în pădurile montane.

Genul ***Dendrosenecio*** încadrează arbuşti şi chiar arbori răspândiţi în munţii est-africani.

Genul ***Kleinia*** încadrează specii la care apar aspecte cactiforme. Se întâlnesc în Maroc.

e. Tibul *Calenduleae*

Genul ***Calendula*** prezintă achene inegale (heterocarpe), cele externe rostrate, mai puţin curbate, iar cele interne mai scurte, nerostrate, mai mult sau mai puţin aripate, toate pe dos spinoase sau noduroase. *C. officinalis* (Gălbenelele) (fig. 455.) este specie anuală, cultivată pentru ornament, dar şi ca plantă medicinală prin inflorescenţele sale (*Calendulae flos*, med.).

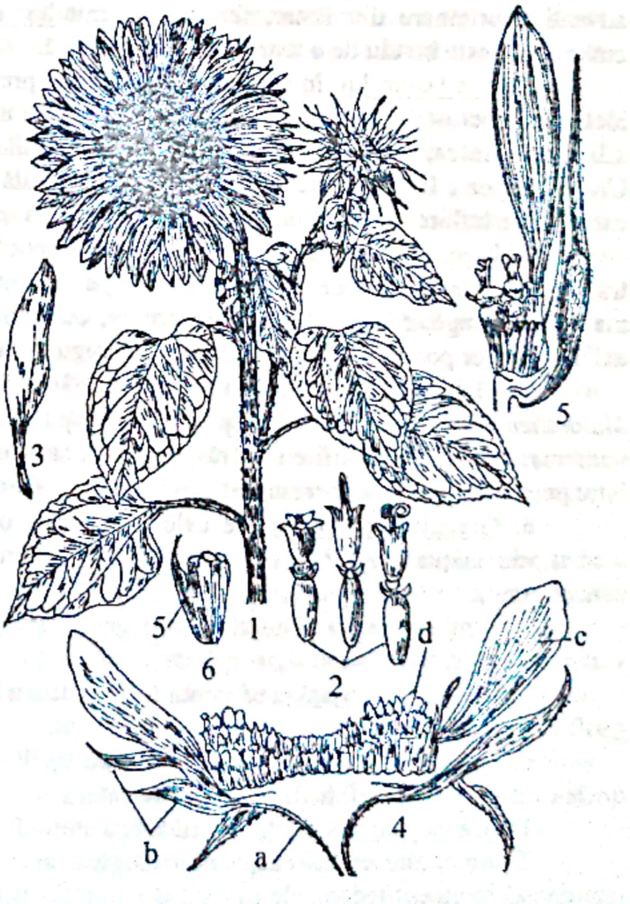


Fig. 456. *Helianthus annuus:* 1 – vârful lăstarului cu 2 antodii; 2 – flori tubuoase; 3 – floare ligulată; 4 – secţiune longitudinală în antodiu; 5 – fragment de antodiu cu o hipsofilă involucrală: o floare ligulată şi 2 flori tubuloase; 6 – achena cu sevama receptaculului

Genurile ***Bidens*** (Dentiță) și ***Galinsoga*** (Busuioacă) au fost aduse din America de Sud și s-au răspândit rapid ca buruieni de culturi.

Genul ***Espeletia*** încadrează specii arborescente, cu coroană, originare din țările andine.

Dahlia variabilis (Gherghina, Dalia) este specie alopoliploidă, frecvent cultivată pentru ornament.

Parthenium argentatum este specie furnizoare de cauciuc.

La genurile ***Ambrosia*** și ***Xanthium*** s-a trecut la polenizarea secundară anemofilă.

g. Tribul ***Helenieae*** încadrează plante ornamentale.

Genul ***Tagetes*** (Crăițe, Vâzdoage) încadrează speciile mai frecvent cultivate: **T. erecta*, **T. patula*, **Gaillardia pulchella* (Fluturei).

h. Tribul ***Eupatorieae*** prezintă antodii fără flori ligulate.

Eupatorium cannabinum (Cânepa codrului) crește în locuri umbroase, umede.

3.3. Clasa *LILIOPSIDA* (= *Monocotyledoneae*; = *Monocots*)
- Monocotiledonatele

A. Caractere generale

1. Embrionul posedă un singur cotiledon, care se află, aparent, în poziție de capăt. În realitate, poziția este pseudoterminală, deoarece în cursul dezvoltării el este împins lateral de mugurele axei (gemula). Vârful vegetativ al gemulei (mugураș) este acoperit, de jur împrejur, de teaca unei frunzulițe embrionare, numită coleoptil. Din cotiledon se dezvoltă un organ de absorbție – haustor endospermal, care servește la preluarea substanțelor nutritive din endosperm. La *Agapanthus* au fost semnalate două cotiledoane ca la dicotiledonate.

2. Rădăcina embrionară este redusă sau dispare de timpuriu și este înlocuită de rădăcini adventive originare din lăstar, fenomen numit homorizie secundară. Vârful vegetativ al rădăcinii embrionare este învelit de o teacă numită coleoriză.

3. Axa lăstarului, în secțiune transversală, prezintă fascicule conducătoare dispuse împrăștiat, alcătuind atactostelul. Fasciculele conducătoare sunt de tip colateral închis, fără cambiu între floem și xilem. De aceea, atât axa lăstarului cât și rădăcinile nu prezintă o creștere secundară în grosime. Uneori se poate întâlni o creștere secundară anormală în grosime. Axele lăstarilor supraterani, făcând excepție de inflorescențe, sunt, de cele mai multe ori, puțin ramificate sau neramificate.

4. Frunzele sunt, de regulă generală, nepețiolate, dispuse altern, au baza lată sau aceasta se transformă într-o teacă ce înconjoară axa, pe distanțe diferite. Acestea sunt, de obicei, simple, cu marginea întregă, adesea eliptice sau liniare, cu nervațiune arcuată sau paralelă. Lăstarii porniți din axila frunzelor poartă o frunză anterioară, de regulă generală, cu 2 nervuri.

5. Florile sunt predominant pe tipul 3 de organizare (rareori 4, ca la *Paris quadrifolia*, *Maianthemum bifolium*), cu componentele dispuse ciclic, după formula $P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$. La cele mai numeroase forme entomofile sunt răspândite și caracteristice septalnectariile (glande cu nectar situate între pereții carpelelor concrescute).

6. Granulele de polen, de cele mai multe ori, sunt monosulcate sau derivate din acestea: ulcerat sau inaperturat. Pereții în tetradele de microspori se formează după tipul succesiv (și nu concomitent).

7. Semințele sunt albuminate, iar endospermul este de tip helobial (bazal), adică nuclear la vârf și celular la bază.

8. Ca forme de viață predomină tipul erbaceu de mlaștină și de apă, și anume hemicriptofite și geofite. Rareori se pot întâlni arbuști și subarbuști.

9. Plastidele tuburilor ciuruite sunt de tip P, cu mai multe cristaloide de proteină penate. În unele celulele se află rafide de la oxalat de calciu.

10. Ca substanțe bioactive predomină steroid-saponinele. Lipsește acidul elagic.

Toate aceste caracteristici morfologice, anatomice, ultrastructurale și fitochimice prezentate conturează monocotiledonatele ca o clasă naturală, aspect întărit prin analize moleculare de ADN.

B. Originea monocotiledonatelor. Este de remarcat faptul că unele dintre caracterele monocotiledonatelor apar și la unele dicotiledonate primitive (în special *Magnoliopsida* s. str.), dar și unele caractere diferențiale ale dicotiledonatelor apar și la unele monocotiledonate.

Aceste constatări au condus la presupunerea că *Liliopsida* au putut lua naştere din forme primitive de felul *Magnoliopsida* s. str. (aşa numitele Pro-*Magnoliiflorae*).

În sprijinul acestei ipoteze se aduc următoarele argumente.

1. Unicul cotiledon al monocotiledonatelor a putut lua naştere, prin concreşterea congenitală a celor 2 de la diotiledonate, prin fenomenul sincotiliei. O altă modalitate de apariţie a acestui cotiledon a putut fi, reducerea treptată până la dispariţia totală a unui cotiledon mai puţin dezvoltat de la unele dicotiledonate, la care se manifestă heterocotilia ± pronunţată.

Cercetări embriologice relativ recente au evidenţiat faptul că ambele căi, sincotilia şi heterocotilia, sunt posibile (de ex. La *Ranunculus ficaria*). Mai mult decât atât, prin adausul de substanţe bioactive de tipul acid fenilboric, la *Eranthis hyemalis* (*Ranunculaceae*) se poate provoca experimental atât sincotilia cât şi heterocotilia.

2. La unele dicotiledonate, pe lângă dispoziţia tipică a fasciculelor pe un singur cerc (eustel), se poate întâlni aranjarea fasciculelor pe mai multe cercuri (la *Piperales*, unele *Caryophyllidae*) sau chiar împrăştiat (la *Nymphaeaceae* sau *Podophyllum* dintre *Berberidaceae*). În aceste cazuri cambiul îşi opreşte activitatea foarte de timpuriu. La fel se întâmplă şi la dicotiledonatele erbacee, mai ales de locuri stabile mlăştinoase-umede, la care cambiul este oprimat devreme şi astfel acestea nu mai prezintă structură secundară a axelor lăstarului.

Şi invers, la unele monocotiledonate (ca *Dioscoreaceae*) fasciculele pot fi dispuse pe un singur cerc, dar se pot dovedi şi resturi ale cambiului fascicular.

3. Ca şi la monocotiledonate, la unele *Magnoliidae* erbacee s-a dovedit faptul că rădăcina principală nu mai creşte şi este înlocuită funcţional de rădăcini adventive (homorizie secundară). Acest aspect este legat şi de faptul că, în lipsa structurii secundare, la rădăcina principală, care astfel nu se poate întări suficient, funcţiile acesteia sunt suplinite prin apariţia rădăcinilor adventive.

4. Frunze cu nervaţie paralelă sau arcuată (cubinervă) se pot întâlni, ca analogie, şi la unele dicotiledonate (ca *Plantago, Gentiana, Bupleurum* ş.a.) după cum şi la unele monocotiledonate se pot găsi nervuri reticulate (*Araceae, Dioscoreaceae* etc.). Deci frunza de monocotiledonate se poate deriva de la cea de dicotiledonate, dar obligatoriu cu mai puţine diviziuni. Frunza anterioară a lăstarilor de la monocotiledonate poate fi derivată din cele două anterioare ale lăstarilor de la dicotiledonate prin concreşterea lor.

5. Flori pe tipul 3 de organizare sunt frecvente şi la multe *Magnoliopsida*, uneori chiar cu formula tip de la monocotiledonate: $P_{3+3}A_{3+3}G_3$. Cel mai veritabil exemplu îl reprezintă *Cabomba* (dintre *Nymphaeales*) care creşte şi în lacul şi pârâul Peţea de la Oradea (*C. caroliniana*).

6. Caractere primordiale de la dicotiledonate iniţiale (ca de exemplu *Nymphaeales* acvatice dintre *Magnoliopsida*), cum ar fi choricarpia şi placentaţia laminală, apar şi la monocotiledonate bazale acvatice din subcl. *Alismidae*.

7. Grăuncioarele de polen monosulcate (cu numai o cută distală), caracteristice pentru foarte multe monocotiledonatae, se întâlnesc şi la *Nymphaeales* (dintre *Magnoliopsida*).

8. La unele *Magnoliopsida*, cum este *Asarum europaeum* (Fam. *Aristolochiaceae*) apar plastide ale tuburilor ciuruite de tip P, care se aseamănă ± celor de la monocotiledonate.

Pe lângă toate aceste caracteristici morfo-anatomice, evoluţia monofiletică a *Liliopsida* din strămoşi timpurii ai *Magnoliopsida* de astăzi (Pro-*Magnoliiflorae*) este clar dovedită şi prin analize moleculare ale secvenţelor de ADN.

Apariţia la multe *Liliopsida* actuale primordiale (dintre *Alismidae, Aridae, Liliidae*) dar şi la unele evoluate (ca Arecidae) de caractere plesiomorfe de *Magnoliopsida*, trebuie interpretată ca o apariţie timpurie a monocotiledonatelor din magnoliopsidele străvechi şi o evoluţie, paralelă şi independentă, a celor 2 grupe de-a lungul unui timp îndelungat. Un argument în favoarea acestei ipoteze îl reprezintă paleobotanica şi anume resturile fosile de monocotiledonate dovedite din Creatcicul inferior, împreună cu cele mai vechi fosile cunoscute de dicotiledonate.

Se presupune că formele de origine ale *Liliopsidae*- lor ar fi fost plante erbacee adaptate locurilor stabile (permanente) mlăştinoase umede. În acest mod ar fi de înţeles unele adaptări şi progresii de la monocotiledonatele actuale:

- involuţia rădăcinii principale şi suplinirea funcţiilor acesteia prin rădăcini adventive;
- cerşterea secundară în grosime foarte redusă;
- frunzele puţin divizate.

În cursul evoluţiei adaptative de mai târziu, au apărut, la monocotiledonate, tipuri noi de structuri ca forme de arbori cu creştere în grosime primară (ex. palmierii) sau cu creştere secundară în grosime anormală (ex. *Dracaena*), rădăcini picioroange (ex. *Pandanus*) sau lamina frunzelor lărgită mult în mod secundar (la genul *Hosta* ş.a.).

C. Răspândire şi clasificare

Liliopsidele cunoscute până în prezent sunt în număr de circa 52.000 specii (care reprezintă cam 1/5 din numărul total de angiosperme) cu peste 100 familii.

Pe baza caracterelor morfo-anatomice, paleontologice, completate cu analize moleculare ale secvenţelor de ADN din cloroplaste şi mitocondrii, tradiţionalele supraordine se grupează în 5 subclase, mai bine fundamentate: *Alismatidae, Aridae, Liliidae, Arecidae, Commelinidae*.

Numeroase caractere plesiomorfe care apar la hidro-helofitele Alismatidae amintesc de aşa numitele „Paleoherbs" dintre magnoliopsida, motiv pentru care au fost aşezate la baza *Liliopsidae*- lor. Însă şi la următoarele două subclase (*Aridae* şi *Liliidae*) apar caractere plesiomorfe care amintesc de *Magnoliopsida* şi anume: frunze late şi cu nervaţiune penată, predominanţa aparatului stomatic fără celule anexe specializate, numai izolat apar cristaloide de ceară epicuticulară de tipul Strelitzia, în pereţii celulari nu se află corpuri de silice, de asemenea, nici substanţe care emit lumină fluorescentă ultravioletă. Florile au un periant nediferenţiat, sunt adesea colorate multicolor şi polenizate prin animale. Numai rareori se află carpele libere şi dispuse spiralat.

3.1. Subclasa *ALISMATIDAE* (= *HELOBIAE*)

Este subclasa bazală cu predominanţa caracterelor plesiomorfe.

Sunt plante acvatice şi de mlaştină, uneori submerse, cu frunze simple, adesea cu stipule. În rădăcină prezintă trahei primitive de tip scalariform şi vase laticifere.

Florile sunt radiar-simetrice, la început bisexuate, în mod secundar au devenit unisexuate, dispuse monoic sau chiar dioic. Iniţial, periantul are două verticile, homofile, nediferenţiate, din câte 3 elemente. Apoi a devenit diferenţiat în caliciu şi corolă, în parte s-a redus la un singur verticil şi uneori dispare complet. Florile, deci, pot fi multicolore, vizibile, alteori neînsemnate şi neatrăgătoare pentru polenizatori. Acestea pot fi grupate în cime sau spice, fără hipsofilă frapantă (spată).

Staminele, iniţial, sunt alcătuite din mai multe verticile, pot deveni sporite secundar prin dedublare centrifugală. Există şi situaţii inverse, când are loc o reducere a lor până la un singur verticil şi în cele din urmă la o singură stamină.

Gineceul este, cel mai adesea, choricarpelar şi constă din carpele ± numeroase şi libere, uneori pseudosincarp, datorită intercalării receptaculului printre ele, cu poziţie superioară sau inferioară. Uneori, numărul carpelelor se reduce la una. La acestea se poate urmări o diferenţiere progresivă a stigmatului şi a placentaţiei, de la cea laminală până la cea submarginală. Ovulele, iniţial numeroase în fiecare ovar, în cele din urmă reduse până la unul, sunt bitegminate şi crasinucelate.

Seminţele, ajunse la maturare deplină, sunt cel mai adesea fără endosperm. Endospermul se formează după tipul bazal (= helobial) şi la maturare este deja desfiinţat.

Fructele sunt dehiscente sau nucule monocarpelare indehiscente.

Dezvoltarea regresivă în construcţia florii reprezintă adaptări legate de trecerea de la polenizarea entomofilă la cea anemofilă şi în cele din urmă la cea hidrofilă.

Sistematica. Subclasa *Alismatidae* cuprinde următoarele ordine: *Alismatales, Hydrocharitales* şi *Najadales*.

1.1. Ordinul *ALISMATALES*

Acesta reprezintă un ordin cu poziţie bazală prin mai multe caracteristici primordiale, cum ar fi: periant format din două verticile frapant colorate, care sunt interpretate drept caliciu şi corolă, gineceu cu poziţie superioară, format din mai multe carpele libere.

Ordinul cuprinde familiile: *Butomaceae* şi *Alismataceae*.

Familia *Butomaceae*

Butomus umbellatus (Roşăţea) (fig. 457) este răspândit în zone temperate eurasiatice. Grăuncioarele de poeln sunt sulcate, placentaţia laminală şi fructe dehiscente. Este specie acvatică cu rizom.

$* K_3C_3A_{3\,6\,9\ldots}G_{\overline{6}}$

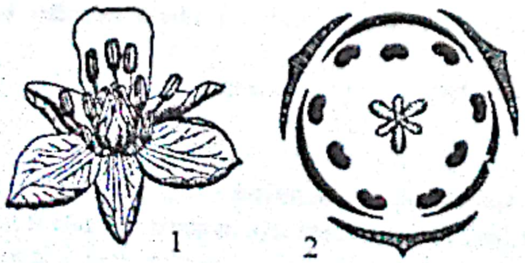


Fig. 457. *Butomus umbellatus:* 1 – floarea; 2 – diagrama florală (după Soó)

Familia *Alismataceae*

Familie cu 90 specii erbacee acvatice sau de mlaştină, răspândite în regiuni calde şi temperate ale globului. Grăunciorii de polen prezintă mai multe aperturi, iar fructul este o nucă cu puţine până la o singură sămânţă.

Genul ***Alisma*** (Limbariţa), cu flori bisexuate are formula florală: $* K_3C_3A_{6;\infty}G_{\underline{\infty-6}}$. *A. plantago-aquatica* (fig. 458)

Genul ***Sagittaria*** (Săgeata apei) prezintă flori unisexuat-monoice, cu multe stamine. Are frunze submerse liniare, natante lanceolate până la ovate şi aeriene lung peţiolate, cu limbul sagitat. *S. sagittifolia* este sporadică în ape stagnante şi lin curgătoare. Prezintă trimorfism foliar.

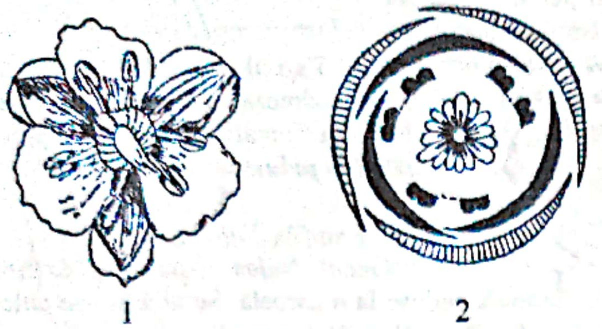


Fig. 458. *Alisma plantago-aquatica*: 1 – floarea; 2 – diagrama florală (după Soó)

1.2. Ordinul *HYDROCHARITALES*

Acest ordin prezintă unele caractere derivate, cum ar fi flori unisexuate şi gineceu inferior. Încadrează o singură familie.

Familia *Hydrocharitaceae*

Familia cuprinde circa 100 specii cosmopolite.

Genuri principale: *Stratiotes, Elodea, Valisneria, Hydrocharis*. $* K_3C_3A_{3;\infty}\overline{G_{2\text{-}15}}$

Stratiotes aloides (Foarfeca bălţii) are frunze dinţate pe margini, dispuse în rozetă bazală. Este fixată în mâl sau pluteşte în ape dulci stătătoare.

Genul ***Elodea*** (*Anacharis*) încadrează plante permanent submerse. *E. canadensis* (Ciuma apei) este de origine nord-americană, adusă, în Europa din Canada, aproximativ pe la 1836 şi este larg răspândită, deşi se înmulţeşte numai vegetativ. De câteva decenii se observă o micşorare a arealului ei datorită unui nematod care distruge vârful vegetativ. Se extinde însă o altă specie înrudită: *E. nuttalii*, cu frunze mai mici şi mai înguste.

Vallisneria spiralis (Sârmuliţa)este de origine tropical-subtropicală. Florile feminine, în perioada înfloririi, sunt ridicate la suprafaţa apei în vârful unui peduncul ca un şurub, iar cele masculine se desprind sub apă, se ridică la suprafaţă, se deschid şi plutind, se apropie de cele feminine. Are loc polenizarea hidrofilă şi fertilizarea. Fructul baciform, cilindric, polisperm, se maturează sub apă (vezi şi la Polenizarea hidrofilă).

Hydrocharis morsus-ranae (Iarba broaştei) prezintă frunze întregi, cordiforme, natante.

1.3. Ordinul *NAJADALES* (= *ZOSTERALES*)

Reprezentanţii au flori cu periant neînsemnat sau prin reducere acesta a dispărut cu totul.

Sistematica. Ordinul cuprine familiile: *Scheuchzeriaceae, Juncaginaceae, Potamogetonaceae, Zosteraceae, Zanichelliaceae, Najadaceae*.

Familia *Scheuchzeriaceae*

Familia încadrează o singură specie: ***Scheuchzeria palustris***, o plantă înaltă, asemănătoare pipirigului, cu fructe polisperme dehiscente. $* P_{3+3}A_{3+3}G_{\underline{3\text{-}6}}$

Familia *Junçaginaceae*

Reprezentanţii au flori şi mai mult reduse, cu fruct nucă indehiscentă, cu o singură sămânţă.

Triglochin palustris (Broscăriţa) se află în mlaştini sau ape salinizate.

Familia *Potamogetonaceae*

Încadrează un singur gen – ***Potamogeton*** cu 90 specii acvatice, submerse sau plutitoare, fixate de substrat prin rădăcini. Au flori reduse, anemofile, pe tipul 4, grupate în spice, care ies la suprafaţa apei. Ex.: *P. natans, P. crispus* (fig. 459) ş.a.

Familia *Zosteraceae*

Spre deosebire de precedentele familii cu specii de apă dulce, *Zosteraceae*- le sunt plante de apă marină, complet cufundate, cu flori bisexuate, dar mult reduse (la o stamină şi o carpelă), polen filamentos, polenizare hidrofilă.

Zostera marina (Iarba de mare) se află şi în Marea Neagră pe canale şi lacuri cu apă sărată din jud. Constanţa.

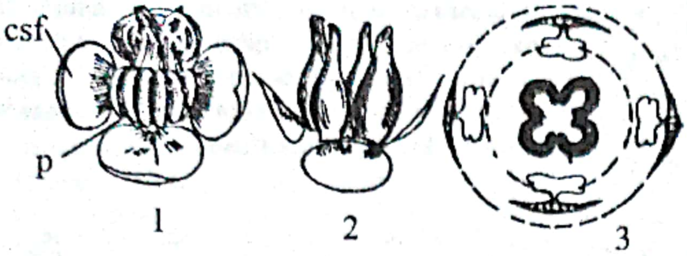


Fig. 459. *Potamogeton crispus*: 1 – floarea (p – stamine; csf – periantul); 2 – fructe; 3 – diagrama florală (după Soó)

Familia *Zanichelliaceae*

Încadrează 8 specii, la care florile au mai multe carpele. ***Zanichellia palustris***.

Familia *Najadaceae*

Genul *Najas* – cu flori extrem reduse la o carpelă. Se află în ape dulci şi sălcii. *Najas marina*.

3.2. Subclasa *ARIDAE*

Reprezentanţii, de regulă generală, se află sub formă de arbuşti sau liane, dar şi plante erbacee terestre sau acvatice, plutitoare la suprafaţa apei. Trahei scalariforme se află numai în rădăcini. Apar şi vase laticifere.

Flori, iniţial bisexuate, neînsemnate, grupate în spadix neramificat, prin reducere devin unisexuate şi ocazional sunt reduse la o singură stamină şi o carpelă. Spadixul este protejat de o hipsofilă mare numită spată. Gineceul este totdeauna coenocarp, endospermul celular, la maturarea seminţei este deja desfiinţat. Numeroase caracteristici sunt frapant de asemănătoare cu ale *Alismatidae*- lor.

Sistematica. Subclasa încadrează ordinele: *Acorales* şi *Arales*.

2.1. Ordinul *ACORALES*

Familia *Acoraceae*

Acorus calamus (Obligeană) este specie erbacee de origine est-asiatică şi apoi aclimatizată în locuri umede din Europa (inclusiv România). Spadixul alungit are poziţie aparent laterală, deoarece spata verde continuă tija aplatizată. Frunzele sunt liniare. Prezintă celule cu uleiuri eterice (cineol), care amintesc de unele *Magnoliidae*. Uneori se cultivă ca plantă medicinală pentru rizomul său (*Calami rhizoma*, med.).

2.2. Ordinul *ARALES*

Familia *Araceae*

Familia încadrează circa 1.500 specii, majoritatea răspândite în zonele calde ale globului, peste tot în America de Sud şi Indo-Malaezia, mai puţine în zone temperate.

Îmbracă forme biologice foarte variate: arbuşti, liane (cu rădăcini fixatoare), epifite sau geofite (cu tuberculi sau rizomi). Frunzele pot fi foarte mari, cordate sau hastate, adesea lanceolate, liniare sau ± compuse penat sau palmat, cu nervaţiune reticulată sau penată, foarte adesea cu stipule. La planta de apartament *Monstera* apar frunze lobate sau chiar găurite, prin dispariţia anumitor zone de ţesuturi ale laminei, sub forma unor insule.

Florile unisexuate sunt dispuse, fără bractei protectoare, pe un ax cărnos, şi formează inflorescenţa spadix (fig. 460), protejată de o spată verzuie-roşiatică sau frapant colorată în roşu, alb etc. Fructele sunt bace roşii, uneori comestibile, care persistă, deseori, mult timp pe axul gros al spadixului.

Iniţial, floarea are aceeaşi construcţie ca cea de la *Acorus*. Ulterior are loc o accentuată reducere structurală a florii şi o specializare progresivă a inflorescenţelor.

Calla palustris (Crinul de baltă) se află în mlaştini din Emisfera de Nord, inclusiv în România. La flori lipseşte perigonul, iar spata este la interior albă.

$$* \; P_0A_{6\text{-}9}G_{\underline{(3)}}$$

Arum maculatum (Rodul pământului) (fig. 460) are flori unisexuate: cele ♂ cu puţine stamine şi cele ♀ cu ovar pseudomonomer superior. Se întâlneşte frecvent în păduri de foioase.

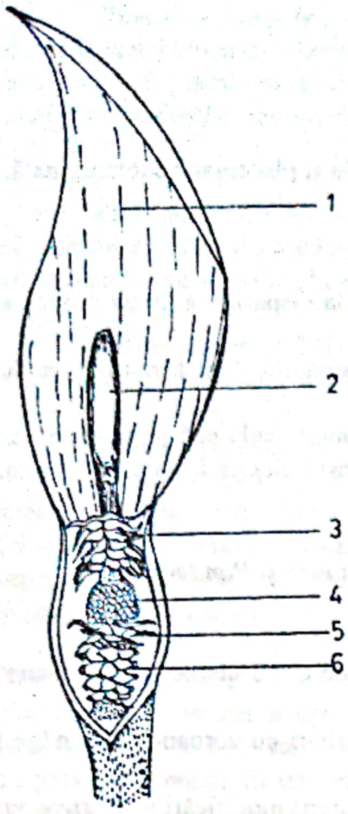


Fig. 460. *Arum maculatum* – spadixul: 1 – spat; 2 – partea superioară a spadixului (apendice claviform); 3 – flori ♂ sterile; 4 – flori ♂ fertile; 5 – flori ♀ sterile; 6 – flori ♀ fertile (după Hickey et. King)

$$♂ * P_0A_{3\text{-}4}$$
$$♀ * P_0G_{\underline{(1\text{-}2)}}$$

Pe rahisul spadixului se află, de jos în sus: flori ♀ fertile, flori ♀ sterile, flori ♂ fertile, flori ♂ sterile. În partea de sus rahisul este nud şi se termină cu un apendice claviform. Toată inflorescenţa este închisă complet, de jur împrejur, de o spată care formează o capcană de alunecare (vezi şi la Polenizarea entomofilă). Utilizări medicinale au rizomii (*Ari rhizoma*, med.).

Colocasia esculenta (Colocasia, Taro) este o plantă tropicală importantă pentru fructele sale comestibile, bogate în amidon. Se cultivă frecvent în sere.

Anthurium (Floarea Flamingo) încadrează circa 200 specii răspândite peste tot în America tropicală. Sunt şi la noi frecvent cultivate ca plante ornamentale de interior. *A. andraeanum* ş.a.

Zantedeschia aethiopica (*Calla aethiopica*) (Floarea miresii, Cala). Se cultivă frecvent în spaţii protejate. Are spatul mare, alb, imaculat.

Monstera deliciosa numită impropriu Filodendron, este originară din Mexic. Se cultivă frecvent ca plantă ornamentală de interior.

Pothos încadrează 40 specii Indo-Malaeziene. Se cultivă pentru ornament. *P. aureus* (Telefonul) este frecvent cultivată ca plantă de interior.

Philodendron încadreză peste 100 specii din America tropicală. Se cultivă ca plante ornamentale.

Pistia stratiotes (Salata de apă, Lăptuca de apă) este comună şi abundentă în ape stagnante tropicale şi subtropicale. În mod experimental în România s-a încercat epurarea apelor reziduale prin cultivarea acestei plante exotice.

Amorphophalus bulbifer are frunze penat sectate.

La *Araceae* se evidenţiază, pe lângă o simplificare structurală a florilor, şi o micşorare a numărului lor în inflorescenţă, încât aceasta simulează o floare. De exemplu la ***Aglaonema marantifolium*** inflorescenţele sunt unisexuate fără periant: cele ♂ cu 2 stamine scurte, conectiv gros, antere dehiscente prin pori apicali sau fante transversale; cele ♀ cu un ovar, rareori 2. La planta tropicală acvatică *Pistia stratiotes*, cu rozete de frunze plutitoare, inflorescenţele sunt formate dintr-o floare ♀ redusă la un ovar şi 1-2 flori ♂, constând din câte o stamină.

Această evoluţie conduce, în cele din urmă la:

Familia *Lemnaceae*

Reprezentanţii acestei familii sunt cele mai mici plante cu flori. Partea vegetativă este extrem de redusă prin neotenie, încât ajunge până la 1-15 mm, lăţită, foliaceae şi poartă numele de frondă. Frondele se înmulţesc prin lăstărire, rămân înlănţuite sau se separă de timpuriu. La ***Lemna trisulca*** acestea sunt scufundate în apă, iar la celelalte specii plutesc liber la suprafaţa apei. La ***Spirodella*** pe partea inferioară a frondelor se formează mai multe rădăcini, la Lemna numai o rădăcină, în timp ce la ***Wolffia arrhiza*** (care este cea mai mică plantă cu flori (1,5 mm lungime) nu se mai formează nici o rădăcină.

Cu această „strategie” de înmulţire vegetativă *Lemnaceae*- le se răspândesc rapid pe suprafaţa apelor liniştite şi deseori devin exclusiviste ca „lintiţă”, care în unele zone ale ţării sunt utilizate ca furaj pentru păsările de curte.

3.3. Subclasa *LILIIDAE* s. lat.

Formele de creştere în cadrul acestei bogate grupe de monocotiledonate lasă să se recunoască adaptări la diferite spaţii de viaţă terestre. Pe lângă forme erbacee (perene, bianuale şi unianuale) se întâlnesc şi forme secundar lemnoase, parţial cu creştere în grosime secundară anormală. Trahei scalariforme se află în rădăcini şi mai rar în organele lăstarului (axe şi frunze). Tuburile laticifere lipsesc aproape totdeauna.

La ele se întâlnesc atât caractere plesiomorfe cât şi apomorfe.

Caracterele plesiomorfe (primordiale, primare):

- flori radiar simetrice;
- periant corolinic dispus pe două verticile;
- androceu dispus pe două cercuri;
- gineceu coenocarp format din 3 carpele cu numeroase ovule şi placentaţie submarginală.

Caractere apomorfe (derivate, de superioritate):

- flori zigomorfe (dorsi-ventrale);
- periant format din tepale neasemănătoare, ± diferenţiate;
- stamine aşezate pe un singur veticil, prin reducerea până la dispariţie a unuia dintre cele două iniţiale;
- gineceu coenocarp, cu poziţie inferioară, cu reducerea semnificativă a numărului de ovule în loculii ovarelor.

Endospermul, în măsura în care nu este complet involuat, conţine celuloză şi hemiceluloză, albumină şi ulei gras ca substanţe de rezervă. Lipseşte amidonul. Consistenţa endospermului variază de la cornos până la cărnos.

Formula iniţială a florii: $* P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$

Sistematica. Subclasa încadrează următoarele supraordine: *Lilianae* şi *Pandananae*.

3.1. Supraordinul *LILIANAE*

Reprezentanţii au flori bisexuate, de cele mai multe ori formate din 3 elemente componente, dispuse în inflorescenţe paniculate până la cimoase.

Predomină geofitele cu bulbi, rizomi sau tuberculi, mai rar arbori cu coroană, răspândite în special în ţinuturi uscate subtropicale.

În legătură cu trecerea la polenizarea prin animale, floarea a suferit modificări adaptative cum ar fi trecerea la zigomorfie şi la concreşteri parţiale sau totale ale periantului. Nectariile se deplasează de la baza florii între pereţii carpelelor concrescute (aşa numitele septalnectarii). În afară de ovule bitegminate şi crasinucelate apar, ca forme derivate, ovule unitegminate şi tenuinucelate. Formarea endospermului este parţial încă nucleară. Dedublări ale androceului lipsesc aproape totdeauna.

Fructele sunt capsule sau bace.

Sistematica supraordinului se face după mai multe criterii, atât moleculare cât şi din domeniul vegetativ sau reproducător.

Din domeniul vegetativ se iau în considerare lăstarii subterani: rizomi → tuberculi → bulbi. Cristaloidele de ceară epicuticulare, în formă de plăcuţe (tipul Convallaria) frecvente la ordinele *Liliales* şi *Asparagales*, în schimb cele de tipul Strelitzia lipsesc aproape complet. Se mai iau în considerare: tipul de formare al sacului embrionar (tipul normal → tipul Allium), formarea pereţilor tetradelor de polen (simultană → succedantă), embrionul, substanţele bioactive (ex. alcaloizii), fructele: capsule septicide (tip primordial) → loculicide → bace.

Se consideră că progresia de la perigon choritepal (frecvent) la cel sintepal (ca la *Polygonatum sp.*, *Convallaria sp.*, *Colchicum sp.*) are valoare mică de indicator sistematic.

Supraordinul *Lilianae* încadrează următoarele ordine: *Dioscoreales*, *Liliales*, *Asparagales* şi *Orchidales*.

1.1. Ordinul *DIOSCOREALES*

Dioscoreales este ordin cu poziţie bazală datorită unor caractere plesiomorfe, de Magnoliopsida, pe care le au reprezentanţii şi anume: frunze cu lamină şi peţiol, nervaţia penată a laminei, fasciculele conducătoare dispuse sub formă de cerc în axele lăstarului.

Familia *Dioscoreaceae*

Această familie încadrează circa 700 specii intertropicale, de cele mai multe ori sub formă de liane, mai rar erbacee. Florile sunt unisexuate, dispuse dioic, cu ovarul inferior, rareori bisexuate, cu următoarea formulă florală: $* P_{3+3}A_{3+3}\overline{G}_{(3)}$

Unele dintre specii au valoare farmaceutică diferită prin conţinutul lor ridicat în steroidsaponine. Acestea sunt substanţe iniţiale pentru producerea, pe cale semisintetică, a unor hormoni cum ar fi steroid hormonul utilizat ca inhibitor al ovulaţiei.

Dioscorea batatas este o specie est-asiatică, cu tuberculi comestibili. Este frecvent cultivată în zone tropicale.

Tamus communis (Untul pământului) este o specie atlantic-mediteraneană, erbacee, volubilă, cu rădăcina cărnoasă tuberizată. Are frunze caracteristice, cu nervație palmat-reticulată. Utilizări medicinale (în afecțiuni reumatismale) au rădăcinile tuberizate, adânc situate în sol (*Tamus radix*, med.). Se întâlnește frecvent la margini de păduri, tufărișuri, în regiunea de dealuri și submontană.

1.2. Ordinul *LILIALES*

Prin familia *Liliaceae* s. lat., nenatural de vastă, care pe baza caracteristicilor morfo-anatomice și moleculare a fost divizată în multe familii satelite mai mici, considerate subfamilie la *Liliaceae* s. lat. sau chiar regrupări în alte ordine (ex. *Asparagales*), acest ordin ocupă o poziție centrală în cadrul *Lilianae*- lor.

În accepția actuală (F. Ehrendorfer in Strasburger, 1999) ordinul cuprinde următoarele familii: *Trilliaceae, Smilacaceae, Melanthiaceae, Liliaceae* s. str. și *Colchicaceae*.

Familia *Trilliaceae*

Familia încadrează 50 specii erbacee din păduri de foioase ale Emisferei de Nord. Prin organele lor vegetative amintesc, în parte, de ord. *Dioscoreales*.

Paris quadrifolia (Dalacul) (fig. 461) este specie erbacee cu flori verzui pe tipul 4, la care stilodiile 4 (-5) sunt libere. Tulpina este neramificată, cu un sigur verticil de patru frunze, sub floarea terminală. Fructul este capsulă baciformă. Este specie otrăvitoare prin glicozidul pe care îl conține (peristafin). Crește și în România în păduri, buruienișuri montane etc.

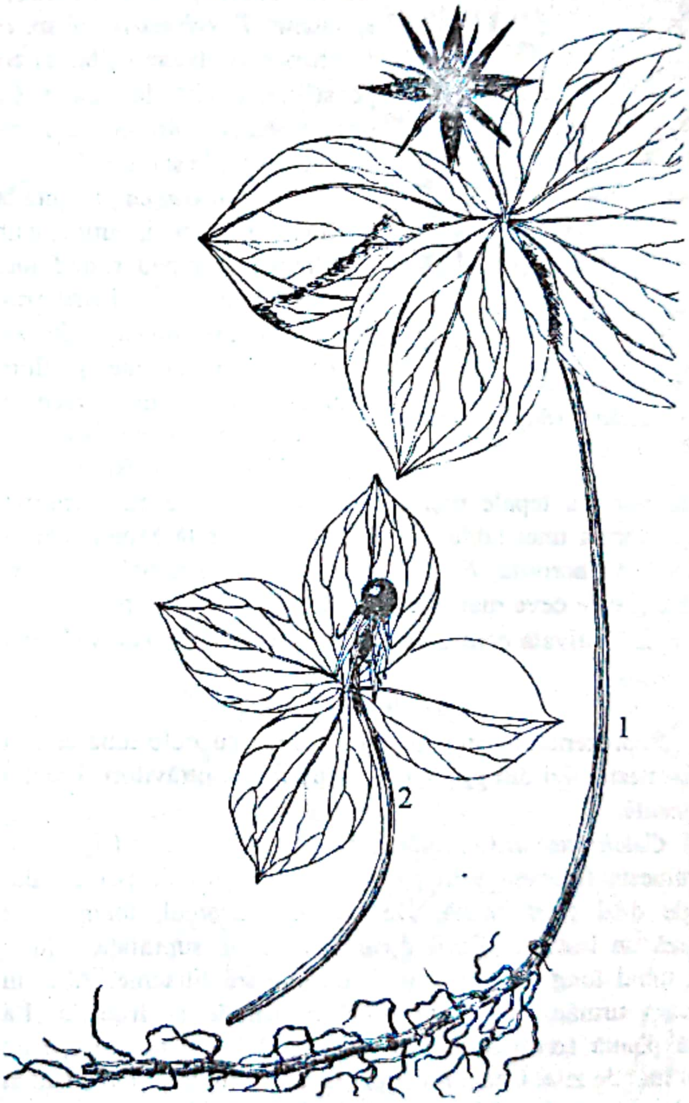


Fig. 461. *Paris quadrifolia* – habitusul plantei cu flori (1) și fructe (2) (după Flora R.S.R.)

Familia *Smilacaceae*

Reprezentanții sunt liane subtropicale, care au tecile frunzelor prelungite în forma unor cârcei. Fructul este bacă.

Smilax aspera este o liană mediteraneană cultivată prin grădini botanice.

Familia *Melanthiaceae*

Familia încadrează 150 specii nord-emisferice. Prezintă multe asemănări cu *Alismatidae*-le, de aceea, uneori sunt tratate ca ordine propriu-zise.

Încadrează plante erbacee cu rizomi, florile cu gineceu format din carpele ± libere, cu poziție superioară și fructul capsulă.

Veratrum album (Știrigoaia) este frecventă în pajiști din regiunea montană. Este toxică prin steroidalcaloizii pe care-i conține în organele sale vegetative.

Tofieldia calyculata este o specie mai rară, ce crește în pajiști înmlăștinite montane.

Familia *Liliaceae* s. str.

Încadrează 385 de specii nord-emisferice. Sunt plante erbacee cu bulbi, flori pentaciclice, trimere şi fructul capsulă.

$* P_{3+3}A_{3+3}G_{\underline{(3)}}$

Genuri principale: *Lilium, Tulipa, Gagea, Fritillaria.*

Genul ***Lilium*** încadrează peste 100 specii cu valoare ornamentală deosebită. Prezintă bulbi solzoşi, fără catafile comune. Pe axele lăstarilor aerieni se află numeroase frunze alterne sau verticilate. Florile sunt dispuse în raceme, rareori solitare. Specii spontane: *L. martagon* (Crinul de pădure) cu flori violacee cu puncte purpurii; *L. carniolicum* subsp. *jankae* (fig. 462), cu flori galbene-sulfurii, este mai rar, în pajişti montane. Specii cultivate pentru ornament: **L. candidum* (Crinul alb), **L. regale* (Crinul regal) ş.a.

Genul ***Tulipa*** (Laleaua) se caracterizează prin bulbi tunicaţi, frunze alterne, flori solitare, frumos şi variat colorate. Specii spontane: *T. sylvestris* subsp. *australis* (cu flori, mici, galbene); *T. hungarica* (Laleaua galbenă) creşte spontan în zona Porţilor de Fier, pe stânci, păzită de vipere. Cultivată pentru ornament este * *T. gesneriana* (fig. 463-3) cu numeroase cultivaruri, cu flori mari, variat colorate, simple sau involte.

Genul ***Gagea*** prezintă bulbi tunicaţi, cu frunze rozulare dar şi caulinare, flori mici, puţine, galbene-verzui. *G. lutea* (Laptele păsării) este frecventă în păduri de foioase, tufărişuri.

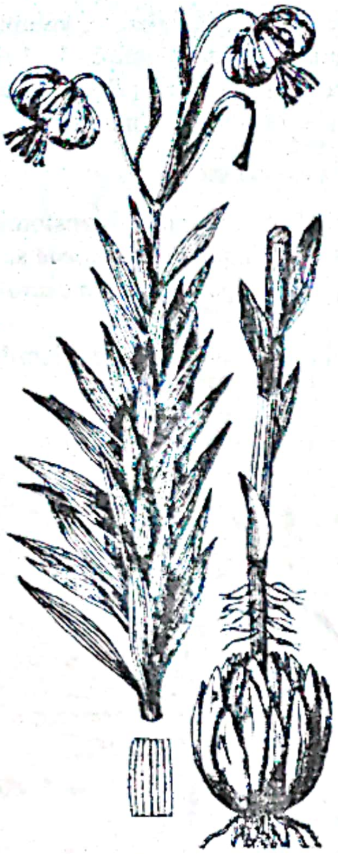


Fig. 462. *Lilium carniolicum* subsp. *jankae* (după Flora R.S.R.)

Genul ***Fritillaria*** prezintă bulbi tunicaţi, frunze alterne sau verticilate şi flori solitare sau în raceme pauciflore. Spontane sunt 2 specii: *F. meleagris* (Bibilica) cu flori mari cu tepale roşietice sau albe, pătate cu purpuriu, încât iau forma unei table de şah. Este declarată Monument al naturii şi este ocrotită; *F. orientalis* (Laleaua pestriţă), cu flori mai mici şi este ceva mai frecventă ca prima specie, prin păduri de foioase. Cultivată pentru ornament este **F. imperialis* (Barba împăratului).

Familia *Colchicaceae*

Reprezentanţii sunt plante erbacee cu bulb-tuberculi şi alcaloizi nesteroizi din grupa colchicin, foarte otrăvitori. Fructul este capsulă.

Colchicum autumnale (Brânduşa de toamnă) (fig. 463). Se întâlneşte frecvent prin pajişti, buruienişuri de pădure din zona de deal şi montană. De pe bulb-tubercul, toamna, se formează un lăstar al florilor care trimite la suprafaţa solului numai tubul lung al perigonului, de culoare liliachie. Abia în primăvara următoare se formează trofofilele şi fructele. La această plantă fertilizarea este decalată faţă de polenizare cu circa 6 luni de zile. Concomitent cu acestea, un internod bazal al lăstarului se transformă într-un nou bulb-tubercul.

Planta este toxică prin toate organele ei, iar toxicitatea nu dispare prin uscare. Bulb-tuberculii (*Colchici tuber*, med.) şi seminţele (*Colchici semen*, med.) au utilizări medicinale. Alcaloidul colchicina, extras din seminţe, serveşte în cerectările de genetică pentru obţinerea de poliploizi.

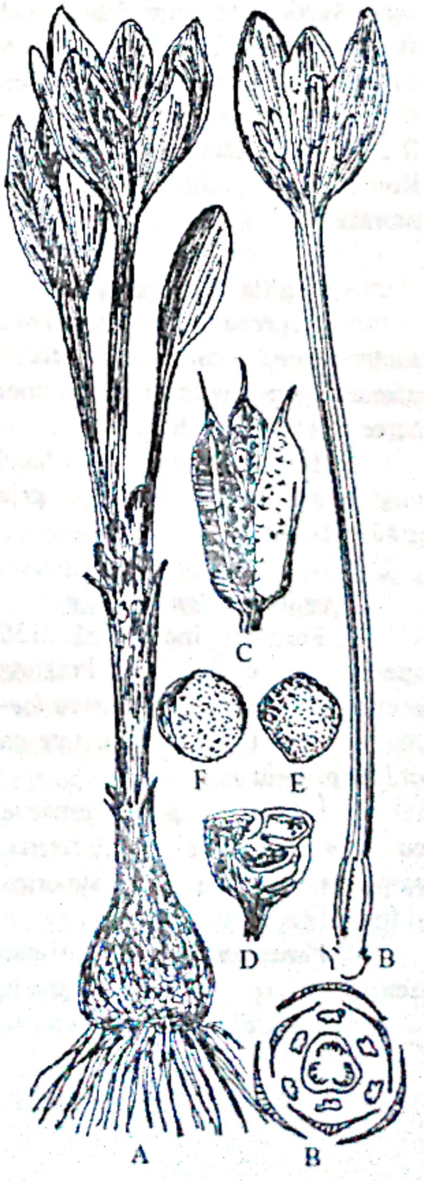


Fig. 463. 1. *Colchicum autumnale*: A – habitusul plantei toamna cu bulb-tubercul şi 1-3 flori; B – floarea în secţiune longitudinală; C – capsula pe cale de deschidere; D – secţiune în capsulă; E – sămânţa; F – secţiune longitudinală în sământă; 6 – diagrama florală

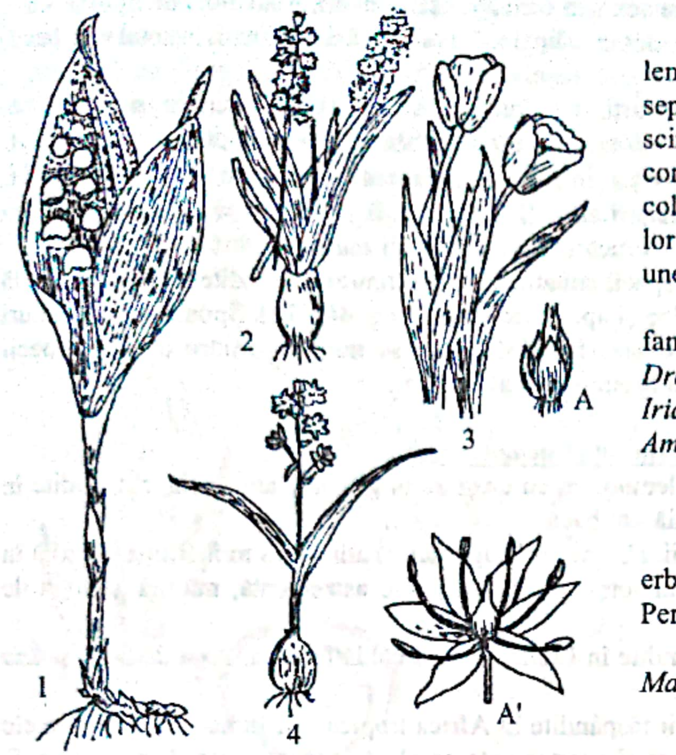


Fig. 464. 1. *Convallaria majalis*; 2 – *Hyacinthus orientalis*; 3 – *Tulipa gesneriana cu bulbul* (A); 4 – *Scilla bifolia* cu floarea (A') (după Mititelu, din I. Pop et al.)

1.3. Ordinul *ASPARAGALES*

Plante variate ca habitus: erbacee sau lemnoase, care se caracterizează prin septalnectarii, fructe bacă sau capsulă, cu scindarea în compartimente, la maturarea completă. Semințe, de cele mai multe ori, colorate în negru, prin fitomelane. În organele lor sunt larg răspândite steroid saponinele și unele glicozide.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Convallariaceae, Asparagaceae, Dracaenaceae, Agavaceae, Asphodelaceae, Iridaceae, Hyacinthaceae, Alliaceae, Amaryllidaceae.*

Familia *Convallariaceae*

Familia încadrează circa 110 specii erbacee perene cu rizomi. Fructul este o bacă. Perigonul este sintepal.

Genuri principale: *Polygonatum, Maianthemum, Convallaria.*

$$*\,[P_{(3+3)}A_{3+3}]G_{\underline{(3)}}$$

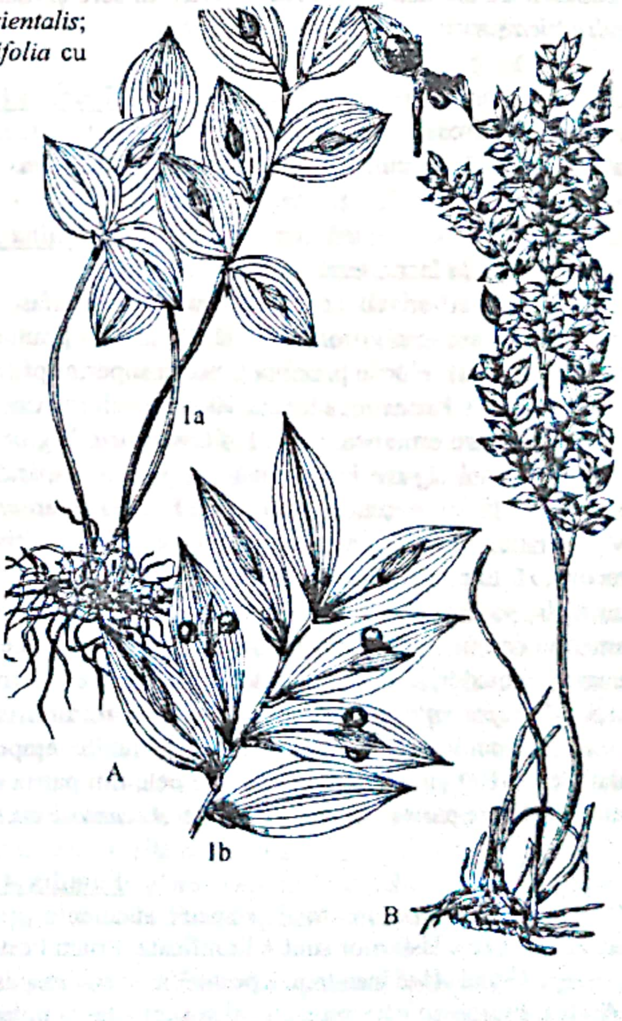


Fig. 465. A. *Ruscus hypoglossum*: 1a – habitusul plantei cu flori pe dosul filocladiilor; 1b – fructe; B – *Ruscus aculeatus*: habitusul plantei cu fructe (după Flora R.S.R.)

Genul ***Polygonatum*** (Pecetea lui Solomon) se caracterizează prin rizomi lungi, orizontali, de pe care pornesc lăstari aerieni cu frunze cu nervație arcuată și flori sau inflorescențe axilare. *P. latifolium*, P. odoratum, P. multiflorum cresc în păduri de foioase. Toate organele plantelor conțin glicozizi, mucilagii, taninuri ș.a. Bacele pot fi toxice pentru om. Rizomii au utilizări medicinale (*Sigilli Salamonis rhizoma*, med.).

Genul ***Convallaria*** cu specia *C. majalis* (Lăcrămioara, Mărgăritarul) (fig. 464-1), frecventă în păduri de foioase. Florile sunt albe, grupate în raceme terminale. Bacele sunt roșii. Planta se cultivă frecvent pentru ornament dar și pentru valoarea terapeutică pe care o are datorită heterozidelor cardiotonice, saponozidelor etc. (*Convallariae flos, folium, rhizoma*, med.).

Genul ***Maianthemum*** cu *M. bifolium* (Lăcrămiță) este sporadică în păduri de foioase, stâncării etc. Prezintă frunze întregi și flori mici albe, mirositoare, pe tipul 4.

Familia *Asparagaceae*

Familia încadrează circa 300 specii la care se află metamorfoze de tipul filocladiilor și cladodiilor. Florile sunt mici, unisexuate, adesea dispuse dioic, provenite din cele bisexuate prin avortareaunui sex. Uneori, la florile unisexuate feminine se află rudimental celui de al doilea sex sub formă de staminodii. Sunt flori pe tipul 3, cu 6 stamine, iar cele feminine prezintă ovar trilocular cu câte două ovule în fiecare locul. Fructul este bacă. Perigonul este choritepal sau sintepal.

Genul ***Asparagus*** prezintă rizomi scurți, iar frunzele de pe lăstarii aerieni sunt reduse, scvamiforme, nefuncționale. Funcțiile frunzelor sunt preluate de cladodii. Specii spontane: *A. tenuifolius* (Umbra iepurelui), *A. pseudoscaber* ș.a. În sere și apartamente se cultivă **A. sprengeri*, **A. plumosus*. **A. officinalis* se cultivă pentru lăstarii etiolați folosiți ca legumă, dar și pentru rizomii cu utilizări medicinale (*Asparagi rhizoma*, med.). Fructele sunt bace roșii sau negre.

Genul ***Ruscus*** (Ghimpe) încadrează specii subarbustive din ținuturile mediteraneene. Prezintă filocladii pe dosul cărora se formează flori albe și apoi bacele roșii (fig. 465-1b). Spontane prin păduri de foioase sunt: *R. aculeatus* și *R. hypoglossum* (fig. 465), care se numără printre puținele specii mediteraneene din flora României, ocrotite ca Monumente ale naturii.

Familia *Dracaenaceae*

Familia încadrează circa 130 specii lemnoase, cu creștere în grosime anormală, răspândite în ținuturile paleotropicale. Fructul este o capsulă sau bacă.

Genul ***Dracaena*** încadrează 40 specii. *D. draco* (Dragonierul) atinge 18 m înălțime. Se află în Ins. Canare. Unele specii conțin în trunchiul lor o rășină rosietică, astringentă, numită „Sânge de dragon".

Genul ***Cordyline*** are 20 specii răspândite în Lumea Veche caldă (Africa, Asia de S-E) și una în America.

Genul ***Sansevieria*** cuprinde 60 specii răspândite în Africa tropicală și India. Unele dintre ele produc fibre textile. Se cultivă frecvent în sere și apartamente ca plante ornamentale: *S. zeylanica*, *S. cylindrica* ș.a.

Familia *Phormiaceae*

Încadrează 32 specii. Dintre acestea mai cunoscută este ***Phormium tenax*** (Cânepa neozeelandeză) Se cultivă pentru fibrele textile extrase din frunze. Fructul este o capsulă.

Familia *Agavaceae*[*]

Familia încadrează circa 300 specii.

Sunt arbori cu creștere secundară extrafasciculară în grosime. La bază prezintă rozete de frunze cărnoase și o coroană înaltă. Se află în ținuturi uscate și calde din Lumea Nouă (America de Nord și de Sud). Florile prezintă gineceu superior până la inferior.

Genul ***Yucca*** încadrează 30-40 specii în America de Nord și Centrală. Foarte cultivate la noi, în câmp, pentru ornament sunt: *Y. filamentosa*, *Y. gloriosa*.

Genul ***Agave*** încadrează 300 specii răspândite în America Centrală și Mexic, India, Indo-Malaezia, Filipine ș.a. *A. americana* (Agava americană) este aclimatizată și în ținuturile Mării Mediterane; *A. mexicana* (Agava mexicană) se cultivă în ferme specializate în Mexic. La 12 ani se recoltează tulpina rotundă numită „pina", asemănătoare cu un ananas uriaș. Miezul tulpinii se taie bucățele, se lasă la fermentat și apoi se distilează ca orice băutură alcoolică. Localnicii o consideră un amestec de „fulger și foc" și au numit-o „tequila" (cel care bea de multe ori). Cultivatorii de agave se numesc jimadori. *A. sisalana* se cultivă în vestul Indiei pentru fibrele sale care formează „cânepa sisalal". *A. frucroydes* crește în Peninsula Yukatan.

Speciile de *Agave* cultivate în regiunile temperate, în spații adăpostite, înfloresc și fructifică o dată la 60-100 ani, spre deosebire de cele din patria de origine unde înfloresc și fructifică la 8-20 de ani, după care partea vegetativă moare. *A. cantala* crește în Jawa, Filipine, India de Est.

Familia *Asphodelaceae*

Familia încadrează 750 specii suculente prin frunze, care trăiesc în ținuturile uscate sud-africane. Axele lăstarilor sunt ± lignificate. Fructul este capsulă.

Genul ***Aloë*** încadrează peste 300 specii răspândite în Africa tropicală și de sud, Madagascar și Arabia. Florile au perigon sintepal și sunt adesea polenizate prin păsări. În organele lor conțin rășini și substanțe amare. *A. arborescens* se cultivă frecvent pentru ornament în spații adăpostite. *A. vera* este una dintre cele mai cunoscute și cercetate plante medicinale.

---

[*] Deseori considerată subfam. *Agavoideae* la fam. *Amaryllidaceae*

Genul ***Hemerocallis*** încadrează 10 specii eurasiatice. Specii ornamentale de exterior, rustice, foarte comune sunt: **H. lilio-asphodelus* (Crin galben) cu flori galbene, mirositoare şi *H. fulva* (Crin roşietic) cu flori portocalii-roşietice nemirositoare. În pământ prezintă rizomi şi rădăcini cărnoase, tuberizate.

Genul ***Anthericum*** încadrează specii autohtone cu flori albe, sporadice în terenuri stâncoase, însorite: *A. liliago, A. ramosum*.

Genul ***Asphodelus***. Specia *A. luteus* are flori numeroase, mari, galbene-verzui, odorante. Creşte în Dobrogea.

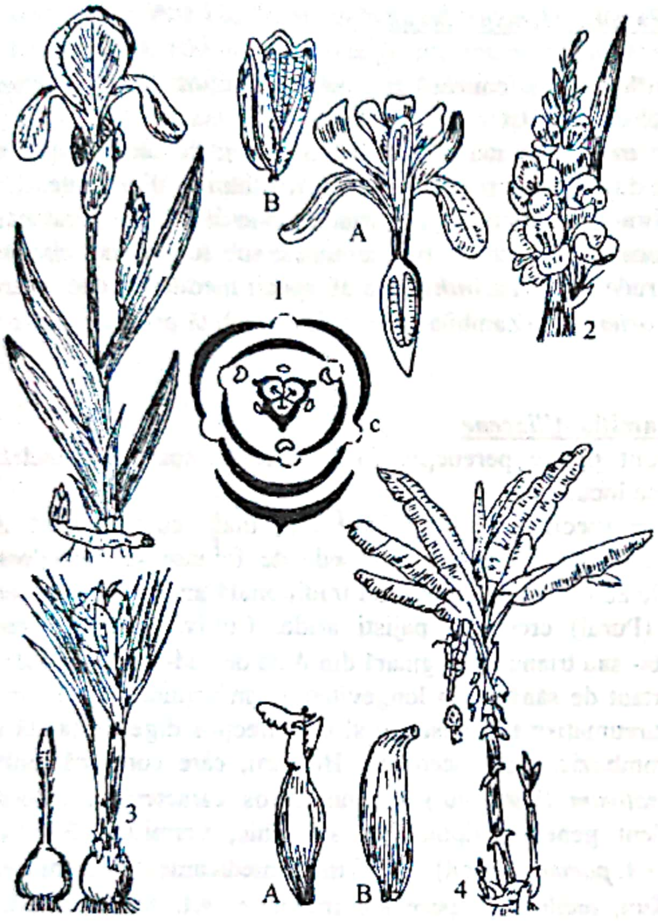


Fig. 466. 1-3 – *Iridaceae*: 1 – *Iris germanica*: A – floarea în secţiune longitudinală; B – fructul; C – diagrama florală; 2 – *Gladiolus x gandavensis* – vârful unui lăstar cu inflorescenţă; 3 – *Crocus sativus* – habitusul plantei cu trofofile şi o floare; 4 – *Musa x paradisiaca* – habitusul plantei cu trofofile şi inflorescenţă; A - floarea♀; B – fructul (banana)

Familia *Iridaceae*

Aceasta încadrează 1.400 specii.

Sunt plante erbacee perene, cu rizomi sau bulbo-tuberculi. Frunzele sunt liniare sau ensiforme, cu nervuri paralele, dispuse altern sau în rozetă bazală. Florile sunt dispuse solitar sau grupate în inflorescenţe cimoase.

La ele se remarcă specializarea progresivă a florilor pentru polenizarea entomofilă, prin trecerea de la simetria radiară (*Crocus*) la cea dorsi-ventrală (*Gladiolus, Sisyrinchium*). De asemenea, a dispărut cercul intern de stamine, iar gineceul are o poziţie inferioară.

$$*, \circ|\circ\ P_{3+3}A_{3+0}\overline{G}_{(3)}$$

Genul ***Crocus*** prezintă bulb-tuberculi, frunze liniare cu o nervură mediană albă. Florile sunt radiare, cu toate tepalele de acelaşi fel. Sunt specii spontane cu flori mari, frumos colorate: *C. flavus* (Brânduşa galbenă); *C. vernus* (Brânduşa de primăvară) cu flori albastre. La ambele specii, florile apar primăvara devreme. * *C. sativus* (Şofranul) (fig. 466-3) are flori albastre-violacee, mirositoare, cu stigmatele roşii portocalii, de lungimea perigonului. Stigmatele (*Croci stigmata*, med.) sunt utilizate drept condiment alimentar şi în medicină, datorită principiilor amare pe care le conţin.

Genul ***Iris*** (Stânjenel, Spetează) are rizomi târâtori şi numeroase rădăcini adventive. Frunzele sunt plane, unifaciale, ensiforme, orientate cu muchia tecilor spre exteriorul axei lăstarului (stau „călare" pe aceasta). Florile sunt grupate în inflorescenţe monochaziale de tip ripidiu (cimă evantai). Acestea sunt încă radiar-simetrice, însă tepalele externe sunt diferite faţă de cele interne. În fiecare floare se formează câte 3 flori parţial labiate, numite merantii. Fiecare merantiu este alcătuit dintr-o tepală exterioară, o ramură a stilului lăţită corolinic şi un lob al stigmatului, sub care se află o stamină.

Ex.: *I. germanica* (fig. 466-1) cu flori albastre, *I. florentina* cu flori albe etc., sunt frecvent cultivate pentru ornament. I. pseudacorus (Stânjenelul de baltă, Stânjenelul galben) creşte spontan în mlaştini, bălţi, în zone de câmpie şi colinare.

Genul ***Gladiolus*** prezintă flori dorsi-ventrale (zigomorfe) grupate într-o inflorescenţă monocazială caracteristică numită bostrix (cimă elicoidală). Pe lângă speciile spontane cu flori deosebit de frumoase (*G. illyricus, G. imbricatus* ş.a.), cultivate pentru flori tăiate, într-o gamă variată de forme şi culori, sunt cultivarurile de la hibridul *G. x gandavensis* (fig. 466-2).

Genul ***Sisyrinchium*** încadrează 37 specii nord-americane. Sunt plante erbacee cespitoase, cu rizom subţire. Frunzele sunt bazale şi caulinare alterne, cu limb plan, ensiform. Inflorescenţa este ripidiu terminal, cu două spaturi inegale, concrescute la bază. Florile sunt galbene (*S. californicum*) sau albastre liliachii (*S. montanum, S. angustifolium* ş.a.) zigomorfe.

În România, ca specie adventivă pe cale de naturalizare, se află *S. montanum*, cu flori albastre-liliachii, cu pediceli erecţi, grupate într-un singur ripidiu terminal.

Genul ***Freesia*** prezintă axul inflorescenţei curbat în zig-zag şi stigmatul bifid. Sunt specii ornamentale, originare din Africa de Sud, cultivate pentru flori tăiate: **F. refracta*, **F. armstrongii*.

Ultimele 3 familii formează bulbi.

Familia *Hyacinthaceae*

Familia încadrează 1000 specii.

Genul ***Ornithogalum*** (Luşcă) are inflorescenţă cimoasă şi gineceu superior: *O. umbellatum*, cu flori albe. Se află frecvent în habitate deschise,însorite.

Urginea maritima (Ceapa de mare mediteraneană). În bulbi conţine glicozide şi saponine (*Scillae bulbus, Scillae siccata*, off.). Este un diuretic puternic, utilizată în afecţiuni cardio-renale.

Alte genuri: ***Scilla***, cu *S. bifolia* (Vioreaua). Este specie vernală silvicolă, cu flori frumoase albastre; ***Muscari***, cu specia comună *M. racemosum*, care are flori sintepale sub forma unor clopoţei de culoare albastră. Creşte în pajişti, locuri ruderale; ***Hyacinthus***, cu 30 specii mediteraneene. Foarte cultivată în numeroase cultivaruri este * *H. orientalis* (Zambila) plantă foarte iubită pentru culorile şi parfumul florilor.

Familia *Alliaceae*

Familia încadrează 750 specii. Sunt plante perene, cu inflorescenţe aparent umbelate, înconjurate de 2 hipsofile. Fructul este capsulă loculicidă.

Genul ***Allium*** încadrează numeroase specii spontane, dintre care mai comune sunt: *A. ursinum* (Leurda), cu frunze late şi flori albe; creşte în păduri umede de foioase şi are valoare alimentară (prin frunze), iar bulbii şi frunzele au utilizări în medicina tradiţională umană şi veterinară (*Allii ursini herba*, med.); *A. rotundum* (Purul) creşte în pajişti aride. Cultivate ca alimente-medicamente: **A. cepa* (Ceapa) este specie bi- sau trianuală originară din Asia de sud-vest. Prin bulbii şi frunzele sale, ceapa este un factor important de sănătate şi longevitate (prin acţiunea sa de tonic general, diuretic puternic, antiscorbutic, antireumatismal, antiseptic şi antiinfecţios digestiv (ajută la digestia făinoaselor), antisclerotic şi antitrombozic, hipoglicemiant. Bulgarii, care consumă multă ceapă, au cei mai mulţi centenari. **A. sativum* (Usturoiul) are un miros caracteristic datorită conţinutului în sulf. Este tonic şi stimulent general, hipotensor, stomahic, vermifug, febrifug, antistafilococic, preventiv al cancerului etc. **A. porum* (prazul) este aliment-medicament prin frunzele sale şi falsa tulpină, care reprezintă, de fapt, tecile suprapuse ale frunzelor. **A. schoenoprasum* (Arpagicul) ş.a.

Familia *Amaryllidaceae*

Familia cuprinde circa 860 specii cosmopolite. Sunt plante erbacee perene cu bulbi, cu adaptări xerofitice datorită cărora înfloresc numai primăvara sau toamna în sezonul ploios. În perioadele de secetă partea vegetală aeriană dispare. Aceste plante se numesc efemeroide şi petrec perioadele nefavorabile de vegetaţie sub formă de axe subterane tuberizate. Axa aeriană scapiformă, de dimensiuni variabile, prezintă, de regulă generală, frunze bazale liniar-lanceolate sau eliptice. Florile pot fi solitare sau grupate în inflorescenţe cimoase, uneori condensate umbeliform sau capituliform. Florile sau inflorescenţele sunt însoţite de 1-2 hipsofile, libere sau concrescute, alcătuind un spat.

La unele flori se păstrează actinomorfia şi choritepalia drept caractere primordiale. La altele apar caractere derivate cum ar fi zigomorfia şi sintepalia. Gineceul este totdeauna inferior. Endospermul este nuclear, mai rar helobial.

$$*,\ \circ \mid \circ\ P_{3+3;\,(3+3)}A_{3+3}\overline{G}_{(3)}$$

Fructul este o capsulă loculicidă (caracter derivat în raport cu capsula septicidă).

Genuri principale: *Leucojum, Galanthus, Narcissus, Sternbergia* ş.a.

Genul ***Leucojum*** încadrează 12 specii mediteraneene. Florile sunt radiar-simetrice, cu perigon format din 6 tepale egale, uniforme. La noi se află 2 specii: *L. vernum* (Ghiocei bogaţi) şi *L. aestivum*, ambele cu flori albe care apar primăvara şi respectiv vara, în locuri umede, mlăştinoase.

Genul ***Galanthus*** (Ghiocei) cuprinde 9 specii mediteraneene. Florile, de asemenea, sunt radiar simetrice, dar tepalele perigonului sunt inegale: cele interne mai scurte. În România cresc spontan 3 specii: *G. nivalis* (Perce-neige) (fig. 467), *G. elwesii* şi *G. plicatus*. Ghioceii, pe lângă reputaţia de vestitori si primăverii, au şi o deosebită valoare ornamentală, fiind cultivaţi în acest scop.

Genul ***Narcissus*** încadrează 60 specii răspândite în Europa şi vestul Asiei. Spre deosebire de genurile precedente, la acesta apare în floare o paracorolă de origine stipulară. Acesta se află în interiorul perigonului sintepal, actinomorf sau zigomorf, cu tubul alungit şi diviziunile terminale aproape egale. Staminele sunt fixate pe tubul perigonului, mai jos de paracorolă (coronulă). În România se află o singură specie spontană: *N. radiiflorus* (*N. poeticus* subsp. *radiiflorus*) (Coprine, Unguroici). Are flori albe solitare, odorante şi creşte în regiunea de dealuri şi submontană, în pajişti, luminişuri de pădure. Cultivate pentru ornament sunt speciile: **N. poeticus* (Narcisa cu flori albe), **N. pseudonarcissus* (Narcisa cu flori galbene) ş.a. Bulbii de la narcise sunt foarte toxici datorită unor alcaloizi (galantamina şi licorenina). Pot fi confundaţi cu cei de ceapă, ducând la intoxicaţii grave.

Genul ***Sternbergia*** cuprinde 8 specii mediteraneene şi caucaziene. Au flori galbene, care apar toamna. *S. colchiciflora* şi **S. lutea* se află şi în flora României.

Genul ***Amaryllis*** cu specia ornamentală de interior, frecvent cultivată: *A. belladonna* (Crinul de glastră) cu flori rozee gamotepale, zigomorfe. Originară din Ins. Canare.

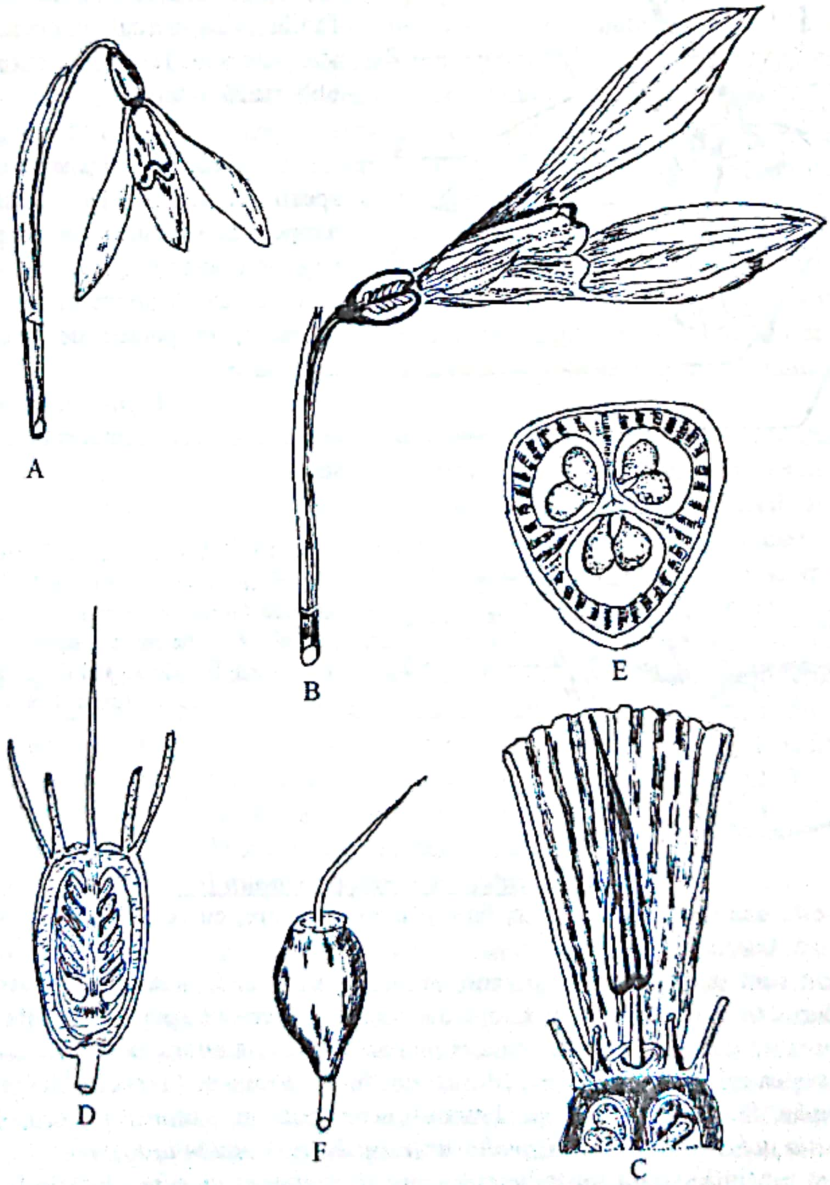


Fig. 467. *Galanthus nivalis:* A – floare solitară cu spat; B – secţiune longitudinală în floare, cu ovar inferior şi tepale inegale, pe două verticile; C – stamina introrsă; D – ovarul în secţiune longitudinală, cu numeroase ovule fixate pe axa centrală; E – secţiune transversală în ovarul 3- locular, în fiecare locul cu câte două şiruri de ovule; F – fructul cu stilul persistent (după Hickey et King)

1.4. Ordinul *ORCHIDALES* (= *GYNANDRAE* = *MICROSPERMAE*)

Ordinul cuprinde 3 familii (considerate anterior subfamilii): *Apostasiaceae*, *Cypripediaceae* şi *Orchidaceae*.

Familia *Apostasiaceae*

Aceasta încadrează 15 specii răspândite în Indo-Malaezia. Sunt plante erbacee cu rizom scurt. Periantul este petaloid, format din elemente libere. Androceul este alcătuit din 3 stamine fertile sau 2 fertile şi o staminodie.

Genul ***Neuwiedia*** prezintă flori aproape radiare şi, de regulă generală, 3 stamine, una din verticilul extern şi două din cel interior.

Familia *Cypripediaceae* (= *Diandrae*)

Aceste plante au derivat din predecesori asemănători *Apostasiaceae*- lor. Caracterul derivat, de superioritate, al lor, îl reprezintă zigomorfia evidentă a florii şi reducerea androceului la numai 2 stamine fertile (din cercul intern). Toate cele 3 stigmate sunt fertile, funcţionale. Polenul se eliberează în tetrade.

$$\circ|\circ\ P_{3+3}A_{0+2}\overline{G_{(3)}}$$

Genul ***Cypripedium*** încadrează 50 specii răspândite în Emisfera de Nord, temperată. *C. calceolus* (Papucul doamnei) (fig. 468) este singura specie din România, ocrotită ca Monument al naturii. Creşte sporadic, în păduri de cvercinee, umede, umbroase.

Genul ***Paphiopedilum*** are 50 specii asiatice tropicale, uneori cultivate şi la noi în sere.

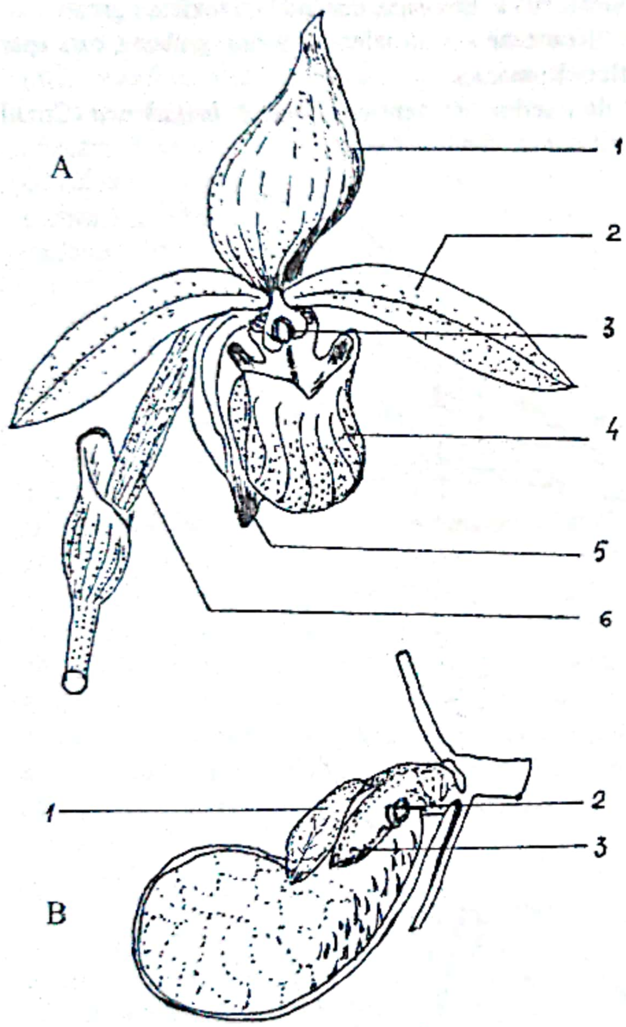


Fig. 468. A - Alcătuirea florii la *Cypripedium calceolus*: 1 – tepală dorsală; 2 – tepala laterală; 3 – coloana formată de o staminodie centrală şi 2 antere laterale; 4 – labelum; 5 – tepale laterale concrescute; 6 – ovarul; B – detaliu al florii: 1 – staminodie; 2 – antere; 3 – stigmatul (după Hickey et King)

Familia *Orchidaceae* s. str. (= *Monandrae*)

Aceasta este una din cele mai mari familii botanice, care, cu cele 17.400 specii, ocupă locul doi ca mărime după *Asteraceae*.

Orhideele sunt plante erbacee perene, arbustive sau liane, dintre care foarte multe epifite răspândite în pădurile tropicale. În zonele temperate sunt numai erbacee perene tericole.

Dezvoltarea lor din seminţe este posibilă numai dacă hifele unor ciuperci infectează plantulele şi formează cu acestea micoriza endotrofă. Mai târziu, formele care se înverzesc devin fotoautotrofe. Unele specii rămân fără clorofilă şi se hrănesc heterotrof cu ajutorul micorizei, cum sunt şi autohtonele: *Neottia nidus-avis* (Trânj), *Corallorhiza trifida*, *Epipogium aphyllum*.

În pământ prezintă rizomi sau tuberculi, care se formează ca o reacţie morfologică rapidă a orhideei sub influenţa infectării rădăcinilor tinere. La alte plante, tuberculii sau rizomii apar mult mai târziu, după ce frunzele şi rădăcinile au parcurs un stadiu de dezvoltare. La orhidee este invers şi de aici rezultă superioritatea filogenetică a lor, adică tardivitatea frunzelor şi rădăcinilor lor în raport cu rizomii şi tuberculii. Speciile epifite au rădăcini aeriene verzi sau albe cu velamen radicum, o epidermă pluristratificată, care absoarbe, ca un burete, vaporii de apă din atmosfera pădurii tropicale.

Tulpina aeriană are o ramificare simpodială, numai la speciile epifite se poate întâlni o ramificare monopodială şi simpodială. La liane (*Vanilla, Epidendron*) tulpinile aeriene ating lungimi considerabile. De la baza tulpinii aeriene pornesc rădăcinile adventive.

Frunzele sunt simple, dispuse altern, adesea cu baza vaginantă, amplexicaulă, cu nervuri paralele sau arcuate, uneori legate între ele prin nervuri transversale, devenind reticulate. Speciile heterotrofe micorizante sunt lipsite de frunze şi prezintă scvame brunii sau roşietice.

Florile, de regulă generală, sunt dispuse în inflorescenţe cimoase, rareori solitare, terminale. Sunt bisexuate, zigomorfe, la bază cu bractei foliacee sau membranoase. La dezvoltarea lor deplină, florile sunt rotite cu 180^0, fenomen numit resupinare, ca urmare a torsiunii ovarului sau a pedicelilor. Perigonul este alcătuit din două verticile de tepale (3+3), variate ca formă şi culoare. Tepala mediană superioară a verticilului intern este transformată într-un fel de buză numită labelum. Prin resupinare devine inferioară şi se prelungeşte spre înapoi cu un pinten sau dilatare saciformă. Pintenul, de regulă generală, conţine nectar, uneori fără nectar (ca la *Ophrys*). La label se pot deosebi două porţiuni: epichil – articolul anterior, foliaceu, delicat; hipochil – articolul posterior, de consistenţă rigidă, cărnoasă. Labelul serveşte ca loc de aterizare pentru vizitatorii florilor (insectele polenizatoare).

Androceul a atins maximum de reducere şi specializare, fiind alcătuit numai dintr-o stamină şi anume cea mijlocie a cercului extern. Celelalte stamine, din numărul iniţial, pot fi prezente ca staminodii. Stamina fertilă este sesilă, redusă la o anteră biloculară, care concreşte cu stigmatul gineceului, formând o coloană specifică în centrul florii, numită ginostemiu (= ginostegiu).

Polenul, rareori se eliberează în tetrade, dar niciodată separat. De regulă generală, întrega masă de polen a unui sac polinic se eliberează ca polinarie (polinariu). Deci, dintr-o anteră se eliberează două polinarii. Fiecare polinarie este alcătuită din trei părţi: polinie – partea terminală globuloasă unde este aglutinat polenul printr-o viscină conectoare; caudicul – un piciorуş subţire ca un fir; retinacul (viscidula) – partea bazală ca o glandă vâscoasă cu care se fixează pe stigmat. Imediat sub retinacul se află o suprafaţă strălucitoare, colorată în galben, care este suprafaţa stigmatului. Uneori ambele caudicule sunt reunite la bază într-un singur retinacul sau fiecare caudicul cu retinaculul propriu. Retinaculele se află într-o excavaţie situată deasupra stigmatului şi care poartă numele de bursiculă.

Gineceul este alcătuit din 3 carpele concrescute cu poziţie inferioară. Se termină cu un stigmat trilobat, dintre care lobul median este steril şi se numeşte rostelum. Lobii laterali sunt fertili şi au câte o cavitate mică, vâscoasă, numită fovea stigmatică, unde e depus polenul adus de insectele polenizatoare. Ovarul este unicompartimentat şi poartă, pe placente parietale, numeroase ovule, foarte puţin dezvoltate la perioada de înflorire. Abia după o polenizare eficace ele se maturează, are loc fertilizarea şi formarea capsulei. În capsulă se află mii de seminţe foarte mici (*Microspermae*), cu embrionul abia dezvoltat. Seminţele sunt exalbuminate şi sunt răspândite prin intermediul vântului, la fel de uşor ca şi sporii. La germinarea seminţelor se formeză o plantulă puţin diferenţiată (protocorm), care se poate dezvolta numai prin infectarea cu hifele unor ciuperci şi formarea micorizei endotrofe.

Dacă polenul s-ar răspândi sub formă de granule separate sau chiar ca tetrade, n-ar fi posibilă polenizarea micilor ovule. Numai mase mari de polen aglutinat în polinii fac posibilă, la un transport pe capul sau corpul insectelor, fertilizarea acestor numeroase ovule.

Se consideră că bogăţia de specii la orchidacee a devenit posibilă datorită specializării extreme structurale şi funcţionale a florilor pentru polenizarea entomofilă.

$$\circ|\circ\ P_{3+3}A_{1+0}\overline{G}_{(3)}$$

La genul ***Orchis*** şi alte specii indigene, labelul prezintă un pinten, a cărui deschizătură se află, nemijlocit, înaintea ginostemiului. Dacă o insectă, care s-a oprit pe labelum, încearcă să pătrundă în interiorul florii, se loveşte cu capul sau trompa de retinaculul (viscidula) polinariilor, le trage pe acestea afară din antere şi le transportă într-o altă floare. Caudiculele se ofilesc rapid, acestea se înconvoaie spre faţă sau spate şi astfel masa de polen (polinia) este lăsată pe suprafaţa lipicioasă a stigmatelor fertile lipicioase ale florii vizitate, realizându-se astfel polenizarea. Genul *Orchis* prezintă tuberi întregi globuloşi-ovoizi. Tuberii unor specii au conţinut ridicat de amidon, dextrine, mucilagii, săruri minerale. În Orient au fost folosiţi ca aliment sub denumirea de salep, dar şi în stări de convalescenţă, epuizare, iritaţii urinare, digestive etc. De asemenea, este cunoscută utilizarea acestora ca afrodisiac. *O. morio* (Poroinic) (fig. 469, fig. 470) este frecvent în pajişti, tufărişuri, etc. *O. signifera* creşte în luminişuri de păduri de foioase. *O. palustris* este frecvent în mlaştini.

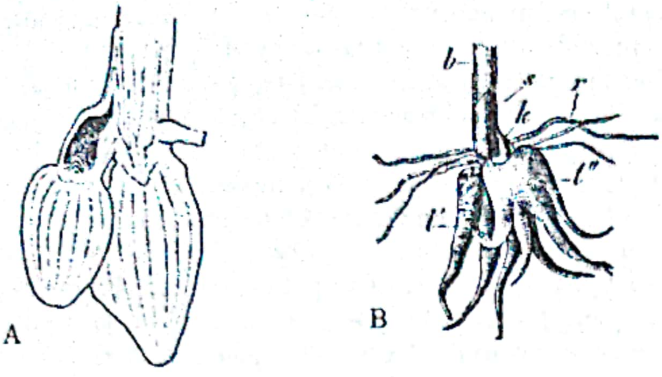


Fig. 469. A – *Orchis militaris:* secţiune longitudinală printr-un tuber ovoid (vechi) şi nou de înlocuire; B – sistemul radicular de la *Dactylorhiza latifolia*: b – baza tulpinii aeriene cu frunza bazală (s); t – tuber digital vechi; t'' – tuber tânăr; k – mugure; r – rădăcini adventive pornite de la baza tulpinii aeriene (după Karsten)

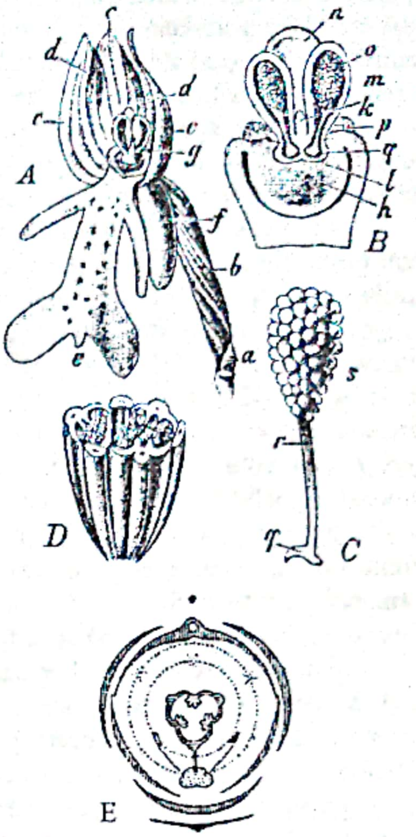


Fig. 470. Floarea şi diagrama florală la *Orchis militaris*: A – floarea cu bracteea bazală (a); b – ovarul; c – labelul cu pinten (f); g – ginostemiu; B – floarea după îndepărtarea perigonului cu excepţia părţii superioare a labelului; h – cicatricea; l – rostelum; k – apendice al rostelului sub formă de dinte; m – cele două thece ale anterei; n – conectiv; o polinie; q – retinacul (masă lipicioasă); p – staminodie; C – polinarie separată; q – retinacul; r – caudicula; s – polinia (mult mărită); D – fructul în secţiune transversală; E – diagrama florală (după Karsten)

La genul ***Ophrys*** (fără pinten şi fără nectar) acest mod de polenizare entomofilă se realizează prin aceea că florile imită, ca înfăţişare, o femelă de insectă, care ademenesc masculii pentru împerechere şi realizează, astfel, polenizarea. Aceste flori se numesc „flori înşelătoare" adică atrag dar nu oferă nimic. În pământ prezintă, de asemenea, tuberi globuloşi-ovoizi. *O. apifera* (Albină) este o specie rară în flora României.

Genul ***Dactylorhiza*** s-a desprins din genul *Orchis* şi se caracterizează prin tuberi palmat-divizaţi. *D. maculata* (Poroinic pătat, Mâna Maicii Domnului) are frunze pătate şi creşte în pajişti mlăştinoase.

Neottia nidus-avis (Trânji, Cuibuşorul) este o specie micorizantă, fără clorofilă şi fără trofofile. Este frecventă în păduri de foioase. Truberii au avut utilizări medicinale.

Genurile indigene ***Epipactis*** şi ***Cephalanthera*** au în pământ rizomi ramificaţi.

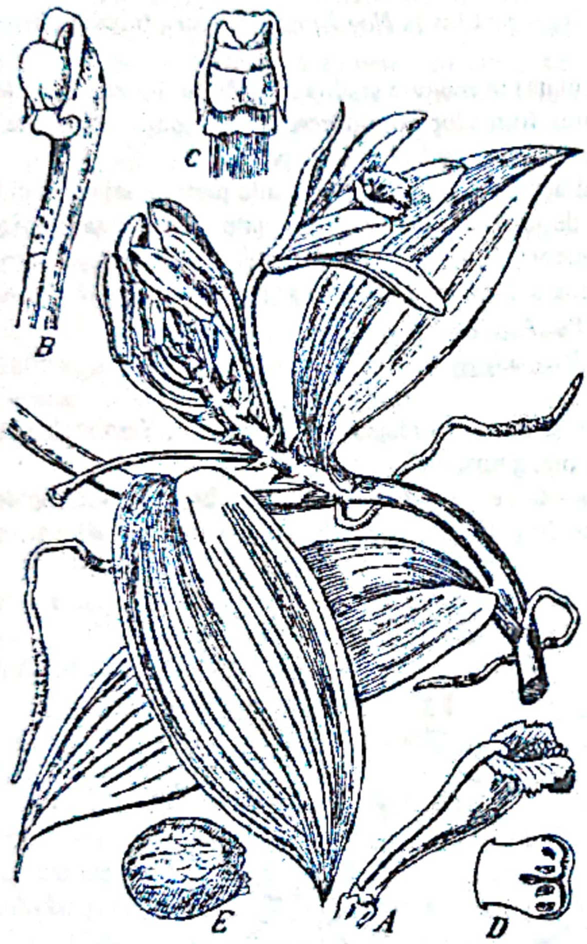
Orchideele epifite diun pădurile tropicale au adaptări felurite. Adesea, ele înmagazinează apa de ploaie în frunzele lor groase ca pielea sau în tuberculi ai lăstarului, deoarece aceasta nu este accesibilă în mod constant. La multe epifite se află rădăcini aeriene albe cu velamen radicum sau acestea sunt verzi şi fotosintetizează.

Alte genuri autohtone: ***Anacamptis, Gymnadenia, Listera, Himantoglossum, Nigritella, Spiranthes, Pseudorchis*** ş.a.

Printre orchideele exotice cu tulpini aeriene foarte lungi amintim genurile: *Vanilla, Epidendron* ş.a. Genul **Vanilla** cuprinde circa 50 de specii intertropicale. Interes economic deosebit prezintă *V. planifolia* (Vanilia) (fig. 471) originară din Mexicul oriental, acum cultivată în zonele calde ale globului. Este o liană grimpantă (agăţătoare prin cârcei proveniţi din metamorfozarea rădăcinilor adventive), cultivată pe diferite suporturi, ca de exemplu *Casuarina equisetifolia*. Fructele sunt capsule alungite şi se aseamănă cu nişte păstăi şi sunt impropriu denumite „păstăi de vanilie".

Importanţă. Cele mai numeroase orchidee au o deosebită valoare ornamentală prin florile lor, de formă şi cromatică a perigonului extrem de diversă. Se face, în unele ţări, chiar trafic cu specii rare din pădurile tropicale, ceea ce le periclitează existenţa. În zonele temperate multe orchidee tropicale se cultivă în sere, ca plante ornamentale, pentru florile lor particulare, cu splendoare cromatică şi puternic mirositoare, ca cele din genurile *Cattleya, Laelia, Vanda, Stanhopea, Dendrobium* ş.a. Au luat amploare metodele de microînmulţire prin cultura de celule şi ţesuturi, pentru a se asigura necesităţile pieţei.

Fig. 471. *Vanilla planifolia: A* – labelul cu ginostemiul; B – ginostemiul văzut lateral; C – vîrful ginostemiului (văzut din față); D – antera; E – sămânța mult mărită (după Karsten)



3.2. Supraordinul *PANDANANAE*

Plante lemnoase, arbori, arbuști sau liane cu rădăcini aeriene, care sunt răspândite în regiuni tropicale umede. Florile sunt grupate într-un spadix neramificat și sunt organizate pe tipul 4. Fac trecerea între *Liliidae* și *Arecidae*.

Încadrează două ordine: *Cyclanthales* și *Pandanales*.

2.1. Ordinul *CYCLANTHALES*

Familia *Cyclanthaceae*

Această familie încadrează 180 specii din regiunea neotropicală (America Centrală și de Sud). Au frunze asemănătoare cu ale palmierului și flori unisexuate, dispuse monoic, cu polenizare zoofilă.

2.2. Ordinul *PANDANALES*

Florile sunt unisexuate, dispuse dioic, anemofile. Frunzele sunt liniare.

Familia *Pandanaceae*

Familia încadrează 800 specii care sunt răspândite în regiunea Paleotropicală (Africa și Indo-Malaezia). Sunt arbori caracteristici, ramificați dichotomic, sau arbuști agățători, care stau pe rădăcini picioroange.

Unele specii de ***Pandanus*** sunt plante de țărm, numite „palmieri șurub". Denumirea derivă de la frunzele lor în formă de sabie și țepoase, care sunt dispuse pe 3 șiruri ce înconjoară trunchiul în formă de șurub.

Florile sunt nude, fără periant, gineceu alcătuit din 3-∞ carpele. Se formează ansambluri de fructe în formă de cap. Unele specii de *Pandanus* furnizează fibre textile (*P. utilis*), iar multe alte specii au fructe comestibile (*P. edulis* ș.a.).

3.4. Subclasa *ARECIDAE* s. str. (= *SPADICIFLORAE* p.p.)

- Palmierii

Reprezentanții sunt plante tropicale, adesea ± lignificate, sub formă de arbori, fără creștere secundară în grosime, însă cu creștere primară în grosime puternică.

Au axe aeriene svelte, neramificate, la fel de groase de jos până sus. În vârful lor se află o coroană de frunze lung pețiolate și cu limbul penat sau palmat-divizat (în formă de evantai). Acestea prezintă ceruri epicuticulare de tipul Strelitzia, corpusculi de silice în celulele lăstarului, stomate cu celule anexe specializate și pereți celulari care emit lumină fluorescentă ultravioletă.

Florile sunt mici, neînsemnate, grupate într-o inflorescență paniculată și înconjurate de o hipsofilă (spată) frapant colorată. Inițial, florile sunt bisexuate și cu polenizare zoofilă și treptat devin din ce în ce mai simplificate și unisexuate, trecându-se astfel la polenizarea secundară anemofilă. Gineceele, la formele primordiale, se mențin încă choricarpe, însă la cele mai multe sunt coenocarpe cu poziție superioară. În fiecare ovar se află puține ovule și uneori numărul acestora se reduce la unul. Fructele sunt indehiscente. Endospermul se formează după tipul nuclear sau helobial și prezintă, printre alte substanțe, multă hemiceluloză ca substanță de rezervă și poartă numele de endosperm cornos. Amidonul lipsește.

Subclasa cuprinde un singur supraordin cu un ordin: *Arecales* (= *Principes*) cu o singură familie: *Arecaceae* (= *Palmae*).

4.1. Ordinul *ARECALES* (= *PRINCIPES*)

Familia *Arecaceae* (= *Palmae*)

Familie cu 2.780 specii, care sunt răspândite în zonele calde și temperate ale globului. În Europa se află o singură specie spontană: *Chamaerops humilis* (Palmierul pitic).

Sunt fanerofite simple, cespitoase sau drajonante. Tulpina lor atinge, încă înaintea creșterii în lungime, aproximativ grosimea sa definitivă. La formele primordiale, ca africanele specii de *Hyphaene*, tulpina este neramificată, sub forma unei coloane ± cilindrice, formată din suprapunerea bazelor persistente ale frunzelor, uneori bulbiform îngroșată (ca la *Neodypsis*). Alteori, tulpina rămâne subțire și se târăște sau se cațără (ca la *Calamus*).

Lamina frunzelor este întreagă și plicată (cutată) în mugure și abia mai târziu divizată: palmat, penat sau bipenat (la *Caryota*). Divizarea limbului frunzelor se datorează dezorganizării locale a țesuturilor. Lamina uneori este foarte mare (până la 15 m la *Raphia*) și lung pețiolată.

Inflorescențele sunt situate lateral, iar când acestea apar terminal planta piere. Astfel, speciile de *Corypha* după rodire pier. Inflorescențele sunt, de regulă generală, unisexuate monoice sau dioice, rareori bisexuate, pe tipul 3, ciclice. Periantul, uneori, este încă spiralat, abia diferențiat, cu două verticile sau redus, stamine adesea 3+3, însă și sporite secundar. Ocazional se pot afla și septalnectarii.

♂ $P_{3+3}A_{3;3+3;\infty}$

♀ $P_{3+3;0}G_{\underline{3;(3)}}$

Polenizarea este entomofilă sau anemofilă.

Fructele sunt indehiscente, drupe sau bace, și au rol în răspândirea plantelor. Semințele sunt libere sau sudate cu pericarpul, prezintă endosperm oleaginos, amilaceu sau cornos.

Din punct de vedere biochimic, *Arecaceae*- le se remarcă prin bogăția în glucide și lipide: alcaloizii sunt rari (la *Areca*); gume-rășini (Sânge de dragon) în fructele de la *Daemonorops draco*.

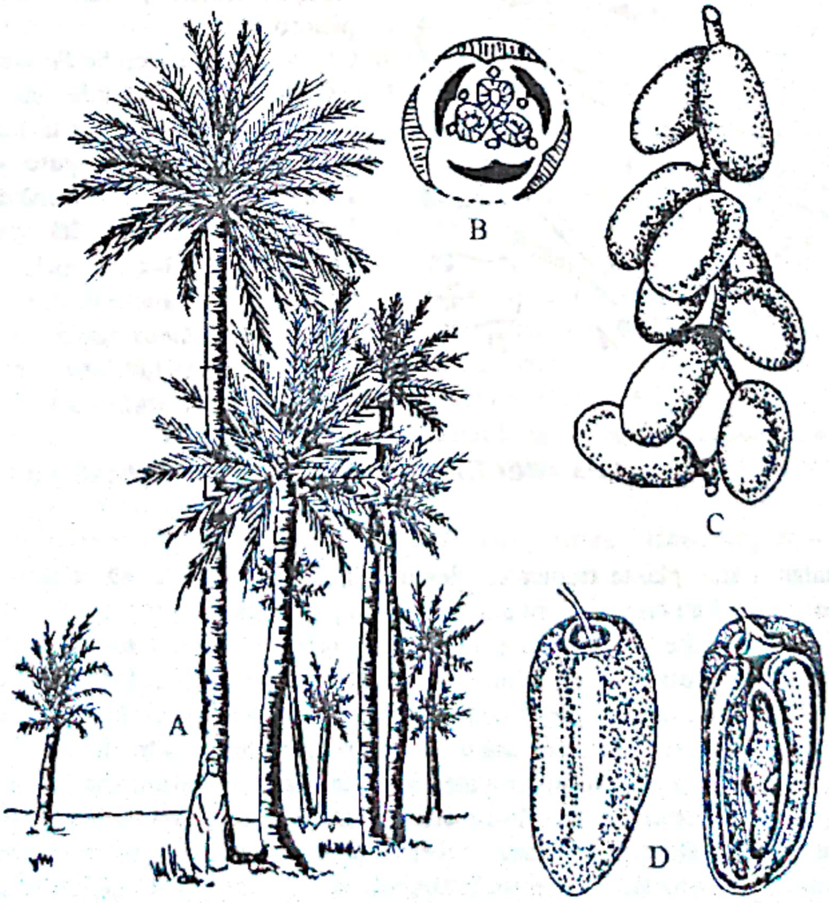


Fig. 472. *Phoenix dactylifera*: A – habitusul plantei; B – diagrama florală; C – parte a inflroescenței cu fructe; D – fructul – vedere generală și scețiune longitudinală

Phoenix dactylifera (Curmalul) (fig. 472) este plantă dioică, cu frunze mari, penat-sectate, frecvent cultivată în oazele Saharei până către India. Floarea are o structură plesiomorfă prin gineceul format din 3 carpele libere şi din fiecare se formează un fruct unicarpelar-bacă. Sământa se află în interiorul pulpei fructului, care conţine glucide. Aceasta, prin înmagazinarea celulozei devine tare. *Ph. theophrasti* este endemit al Ins. Creta şi vestul Anatoliei. *Ph. canariensis* creşte în Ins. Canare.

Chamaerops humilis (Palmierul pitic) este singurul palmier sălbatic din Europa şi anume din sud-vestul Mediteranei. Endospermul este cornos. Se cultivă în sere şi apartamente.

Phytelephas macrocarpa (Palmierul de fildeş) este originar din America tropicală. Se utilizează ca fildeş vegetal la producerea nasturilor.

Areca catechu (Nucile de betel) este o specie indo-malaeziană. Ovarul prezintă 3 compartimente, cu câte un ovul în fiecare, din care se formează 3 seminţe. Acestea sunt mestecate în gură, dar se şi consumă ca aliment datorită gustrului plăcut şi nu a valorii nutritive. ***A. sachariferum*** (Palmierul de zahăr) este tot o specie indo-malaeziană.

Cocos nucifera (Cocotierul) este originar, probabil, din sud-estul Asiei. Astăzi se cultivă pe toate coastele tropicale ca plantă folositoare. Poate creşte şi pe insulele de corali, unde se înmulţeşte prin fructele aduse de valuri. Gineceul este tricarpelar sincarp, din care se formează o drupă foarte mare cu o sământă. Fructele au exocarpul neted, mezocarpul gros, fibros, şi endocarpul pietros, cu trei adâncituri (găuri) pentru germinare. Numai una dintre acestea este străpunsă de embionul tare şi bogat în ulei, care se comercializează sub numele de „copra" şi care pluteşte într-un lichid („apa de cocos") bun de băut. Mezocarpul, care prezintă camere cu aer, permite plutirea fructelor pe suprafaţa apei timp îndelungat, fără să se deterioreze. Din mezocarp se extrag fibrele de cocos, care servesc la fabricarea periilor, covoarelor, pălăriilor, frânghiilor. Din inflorescenţă se prepară vinul de palmier, care fermentat dă „arakul", o băutură alcoolică.

Elaeis guineensis (Palmierul de ulei). Din fructele lui şi ale altor specii se extrage uleiul de palmier şi uleiul de sâmburi de palmier, care este comestibil sau utilizat la fabricarea săpunurilor. Este specie de origine africană.

Calamus rotang este un palmier cu axa aeriană subţire (de 2-6 cm în diametru şi care poate atinge lungimea de 250 m), spinoasă, agaţătoare. Creşte în Indo-Malaezia, Filipine ş.a.

Din trunchiurile diferiţilor palmieri şi în special ale speciilor de ***Metroxylon*** (originare din Indo-Malaezia), bogate în amidon, se prepară băutura răcoritoare „sago".

Copernicia cerifera creşte în zona caldă a Americii de Sud. Aceasta furnizează „ceara de Carnouba", care este denumirea comercială a cristalelor de ceară colectate de pe frunzele şi lăstarii tineri ai acesteia.

În sistemele anterioare de clasificare, *Arecaceae* –le erau considerate strâns legate de *Araceae*. Prin unele caractere primordiale (ex. choricarpia), apariţia timpurie (deja în Cretacic), precum şi prin analize ale secvenţelor de ADN, în sistemele actuale *Aracaceae*- le ocupă o poziţie intermediară între *Liliidae* şi *Commelinidae*, fiind mult depărtate de *Araceae*.

Numeroasele specii de palmieri, dintre care multe se cultivă şi la noi în sere, apartamente etc., au o foarte mare importanţă pentru ecosistemele tropicale, cum sunt cele din genurile: *Sabal, Copernicia, Corypha, Lodoicea, Chamaedorea, Raphia, Nipa, Oreodoxa* ş.a.

3.5. Subclasa *COMMELINIDAE*

Prin numeroasele lor caractere apomorfe, *Commelinidae*- le reprezintă subclasa cea mai evoluată a monocotiledonatelor.

Ea cuprinde bioforme foarte diferite, însă lipsesc sau foarte rar se află organe de înmagazinare subterane.

Frunzele niciodată nu sunt secundar divizate şi prezintă totdeauna nervuri paralele. Stomatele prezintă celule anexe specializate. Sunt frecvente ceruri epicuticulare de tip *Strelitzia*, corpusculi de silice în celulele lăstarului şi pereţii celulari cu substanţe care emit lumină fluorescentă ultravioletă.

Florile sunt frapante, cu periant deseori diferenţiat în piese de felul caliciului şi corolei şi polenizate prin animale. Alteori, acestea sunt mici, neînsemnate, reduse şi polenizate prin intermediul vântului. Gineceul este întotdeauna coenocarp, cu poziţie superioară până la inferioară şi fructele, de cele mai multe ori, capsule sau nuci. Formarea endospermului este helobială sau nucleară şi, după maturare, seminţele conţin mult amidon ca substanţă de rezervă.

Sistematica. Subclasa încadrează supraordinele: *Bromelianae, Commelinanae* şi *Juncanae*.

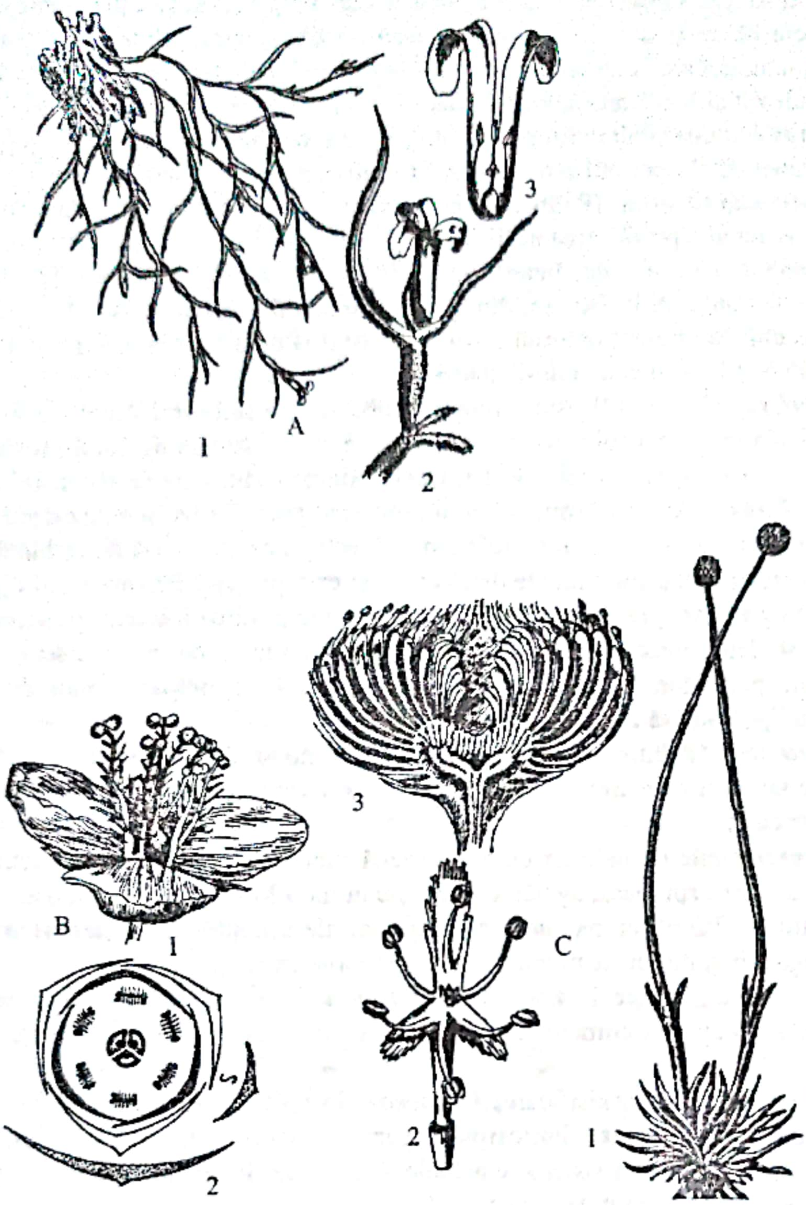


Fig. 473. *Bromeliaceae:* A – *Tillandsia usneoides*: 1 – habitusul plantei; 2 – floarea; 3 – secţiune longitudunală în floare; *Commelinaceae*: B – *Tradescantia virginiana*: 1 – floarea; 2 – diagrama florală; *Eriocaulaceae*: C – *Eriocaulon crassiscapum*: 1 – habitusul plantei; 2 – floarea masculină; 3 – *E. kunthii* – secţiune longitudinală în inflorescenţă (după Soó)

5.1. Supraordinul *BROMELIANAE*

Primele 3 ordine: *Bromeliales, Zingiberales* şi *Pontederiales* au unele caractere plesiomorfe şi anume: periant diferenţiat în felul caliciului şi corolei, prezenţa septalnectariilor, polenizarea încă prin animale, formarea endospermului după tipul helobial ş.a. Prin toate aceste caractere ele fac trecerea spre ordinele ± anemofile.

Sistematica. Supraordinul încadrează ordinele: *Bromeliales, Zingiberales, Pontederiales* şi *Typhales*.

1.1. Ordinul *BROMELIALES*

Familia *Bromeliaceae*

Familie cu peste 2.100 specii, care sunt răspândite peste tot în America tropicală, până la 4.300 m altitudine. O singură specie, ***Pitcairnia felicina***, se află în Guineea (Africa).

Sunt plante erbacee xerofitice cu rozetă bazală, adesea epifite, cu frunze înguste sau chiar arbustive cu coroană.

Au flori radiare, epigine, înconjurate de bractei colorate, adesea polenizate de către păsări, datorită solzilor nectariferi de la baza petalelor, libere sau concrescute într-un tub. Androceul este alcătuit din 6 stamine, gineceul superior, semiinferior sau inferior, 3-locular. Fructul este bacă sau capsulă înconjurată de caliciul remanescent. Embrionul este dispus lateral față de endospermul amidonos.

$$* \; K_3C_3A_{3+3}\overline{G_{(3)}}$$

Pe suprafața lăstarului prezintă peri absorbanți sub formă de solzi, care absorb și înmagazinează vaporii de apă.

Tillandsia usneoides (fig. 473-A) este epifită, asemănătoare lichenului *Usnea*, cu corpul redus la niște împletituri albicioase.

Ananas sativus (Ananasul) (fig. 474) se cultivă frecvent în zone tropicale pentru ansamblurile de fructe cărnoase comestibile.

Alte genuri: ***Billbergia, Vriesea*** ș.a.

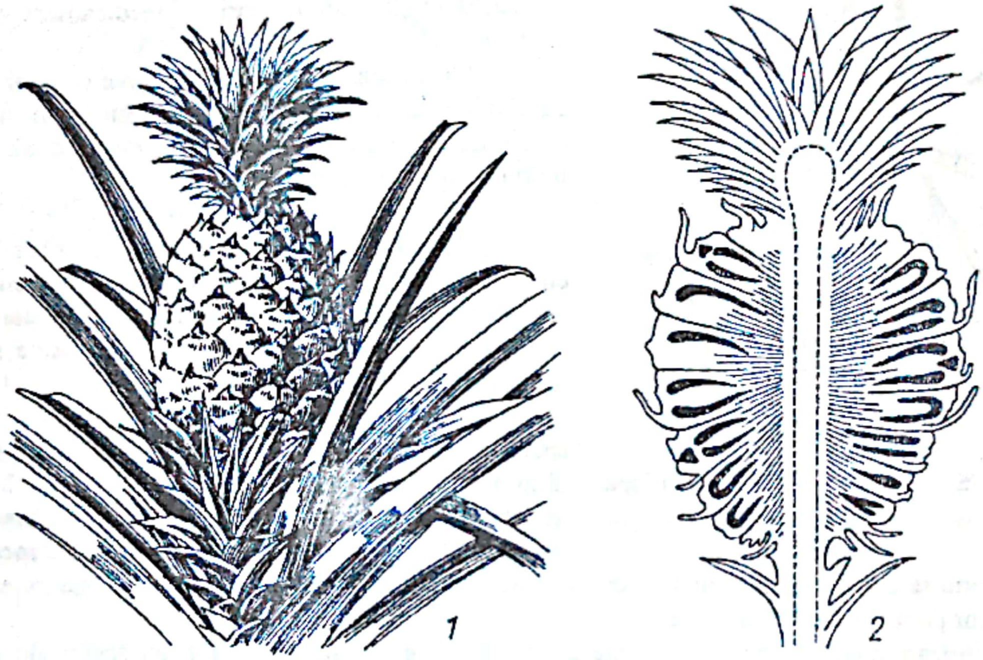


Fig. 474. *Ananas sativus:* 1 – ansamblul de fructe; 2 – același în secțiune longitudinală (după Soó)

1.2. Ordinul *ZINGIBERALES* (= *SCITAMINEAE*)

Ordinul încadrează plante tropicale cu flori zigomorfe până la asimetrice, la care staminele se reduc progresiv și se transformă în staminodii corolinice. În semințe se află atât endosperm cât și perisperm.

Speciile arbustive tropicale cu rizom formează tulpini parțial aparente, puternice și frunze mari, cu marginea întreagă.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Musaceae, Zingiberaceae, Cannaceae* și *Marantaceae*.

Familia *Musaceae*

Familia încadrează 42 de specii tropicale. Florile au periant ± diferențiat în caliciu și corolă, cu 6 sau, de cele mai multe ori, numai 5 stamine fertile. Polenizarea se face, în parte, prin păsări sau lilieci.

$$\circ \,|\, \circ \; P_{3+3} \text{ sau } K_3C_3A_{3+3}\overline{G_{(3)}}$$

Genul ***Musa*** încadrează câteva specii cu răspândire tropicală.

Musa paradisiaca și *M. x sapientium* (Bananierii) sunt plante originare din regiunea tropicală a sud-estului Asiei. Au tulpină aparentă, de 5-10 m înălțime, formată din tecile compact închise ale frunzelor lor mari, cu pețiol lung și lamina întregă, cu nervațiune penată. Inflorescența este situată în vârful axei lăstarului și poartă muguri suplimentari colaterali, din care se formează flori și apoi fructe mari, alungite, baciforme. Formele cultivate sunt specii hibridogene sau partenocarpice (fără semințe) 2x sau 3x. În zone temperate se cultivă în sere, unde înfloresc și fructifică.

M. textilis furnizează fibre textile care reprezintă fascicule libero-lemnoase ale frunzelor. Acestea au denumirea comercială de „Cânepa de Manilla”.

Genul ***Strelitzia*** încadrează două specii sud-africane cu flori de o splendoare cromatică deosebită, polenizate prin intermediul păsărilor. *S. reginae* (Pasărea paradisului) și *S. parviflora* sunt cultivate și la noi în sere.

Ravenala madagascariensis (Arborele călătorului) este mai înalt decât bananierul și acumulează în tecile frunzelor bazale, mari, evantaiforme, apă potabilă.

Familia *Zingiberaceae*

Familie cu circa 1.300 specii intertropicale, răspândite în Lumea Veche, mai puțin numeroase în America.

Sunt plante erbacee perene, cu rizom gros și rădăcini, adesea tuberizate. Rizomii lor, bogați în uleiuri eterice, sunt utilizați deseori ca medicament dar și ca aromatizant.

Florile sunt zigomorfe cu numai o stamină fertilă. Celelalte două stamine sunt transformate în staminodii corolinice și concrescute într-un label (cu alt mod de formare față de orhidacee).

$$\circ|\circ\ K_3C_3A_{0+1}\overline{G_{(3)}}$$

Zingiber officinale (Ghimbir, Zingiber) (475) se cultivă în Asia tropicală pentru rizomii săi cu utilizări condimentare și medicinale, recunoscute ca atare încă in antichitate (*Zingiberis rhizoma*, med.). Unele specii se cultivă în sere, grădini botanice etc.

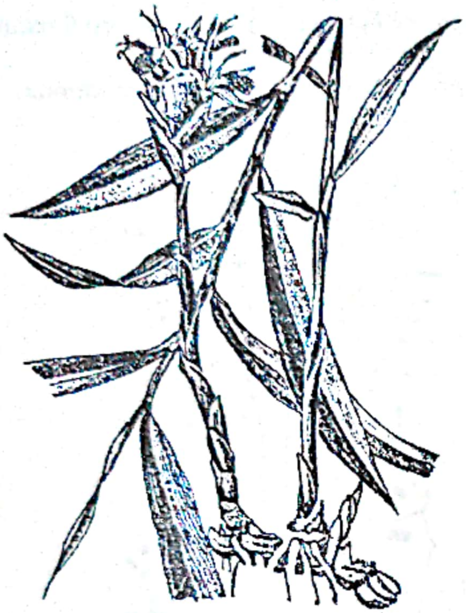


Fig. 475. *Zingiber officinale* (după Karsten)

Curcuma longa și ***C. zedoaria*** (fig. 476-1) sunt specii răspândite în Africa, Asia și Oceania tropicală. Rizomii lor, datorită conținutului ridicat în uleiuri esențiale, au utilizări ca aromatizant și în medicină ca diuretic (*Zedoariae rhizoma*, med.). De asemenea, din acești rizomi se extrage o substanță colorantă-curcumina („hârtie de curcumă”) utilizată în laboratoare ca indicator pentru soluțiile alcaline.

Ulilizări medicinale sau alimentare, prin fructele sau semințele lor, au specii ale genurilor: *Alpinia, Elettaria* (*Cardamomum*), *Amomum* ș.a.

Alte specii: *Kaempfera ovalifolia* (fig. 476-2) *Aframomum melegueta* ș.a.

Reducerea androceului a atins apogeul la ultimele două familii, la care numai o jumătate de stamină este fertilă.

Familia *Cannaceae*

Familie monogenerică, cu genul ***Canna***, care încadrează 25 specii răspândite peste tot în America. Sunt plante erbacee, cu rizom lung și gros, prin care se înmulțesc vegetativ. Frunzele sunt mari, distinct pețiolate, cu lamina întreagă și nervațiune penată.

Florile sunt mari, asimetrice, cu periant de felul caliciului și corolei (simpetală). La androceu se remarcă reducerea progresivă, foarte accentuată, la care numai o jumătate de anteră este fertilă.Fructul este o capsulă cu numeroase semințe.

$$K_3C_{(3)}A_{5\text{-}1}\overline{G_{(3)}}$$

C. x generalis este hibridul cel mai cultivat prin parcuri și grădini, ca plantă ornamentală prin florile mari, variat colorate și frunzele de un verde intens, mari. *C. iridiflora* (fig. 476-3).

Ca plante alimentare, prin rizomii lor comestibili, se cultivă în țări tropicale: *C. edulis, C. coccinea* ș.a.

Familia *Marantaceae*

Familie cu circa 550 specii intertropicale, în majoritate americane. Sunt plante erbacee, adesea stolonifere, uneori liane. Frunze cu pernă, pețiolul cu o articulație caracteristică la locul de inserție al laminei. Sunt plante ornamentale prin frunzele lor.

Maranta arundinacea este o specie neotropicală cu rizomi bogați în amidon. Se cultivă prin sere și grădini botanice.

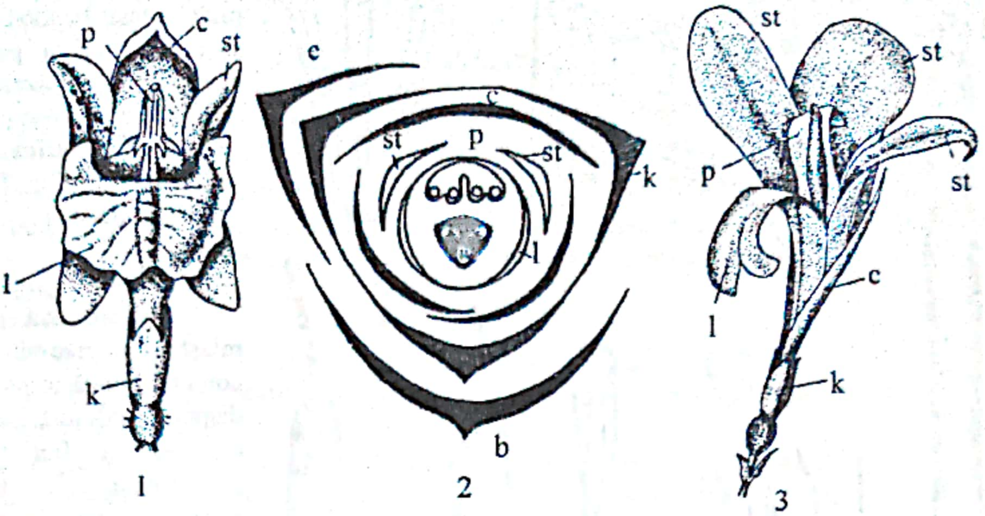


Fig. 476. *Zingiberaceae:* 1 – *Curcuma sp.* – floare; 2 – *Kaempfera ovalifolia* – diagrama florală: b – bracteea florii; e – pedunculul; k – caliciu; c – corola; st – staminodii; l – label; p – stamină fertilă; 3 – *Canna iridiflora* – floarea (după Soó)

1.3. Ordinul *PONTEDERIALES*

Familia *Pontederiaceae*

Familie cu 34 specii acvatice sau palustre, răspândite în zone calde și temperate ale globului, exceptând Europa. Florile sunt bisexuate hipogine, cu tendință de zigomorfie și sintepalie. Embrionul este situat în mijlocul endospermului.

$$\circ\,|\,\circ\ P_{(3+3)}C_{6,3,1}\overline{G_{(3)}}$$

Eichornia crassipes (Zambila de apă) (fig 477-B) este o buruiană acvatică neotropicală cu rozetă plutitoare de frunze, la care pețiolul este umflat. Prin înmulțirea sa luxuriantă poate împiedica navigația pe unele fluvii din America de Sud.

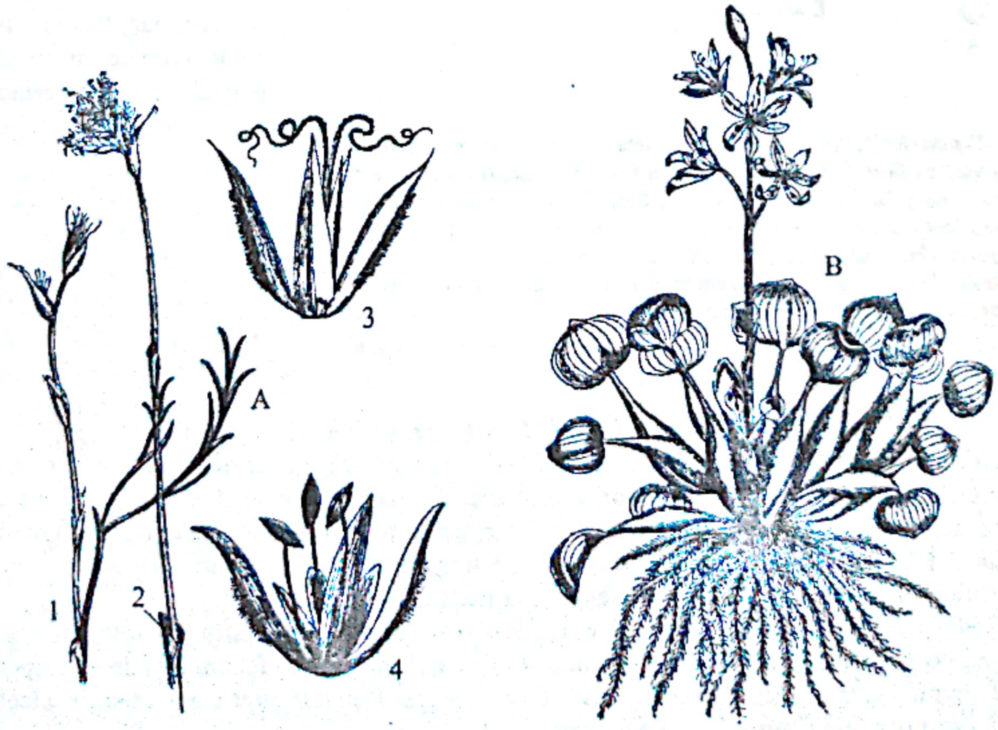


Fig. 477. *Restionaceae:* A – *Restio cuspidatus*: 1 – lăstar cu flori feminine; 2 – lăstar cu flori masculine; 3 – floarea feminină; 4 – floarea masculină; *Pontederiaceae:* B – *Eichornia crassipes* – habitusul plantei (după Soó)

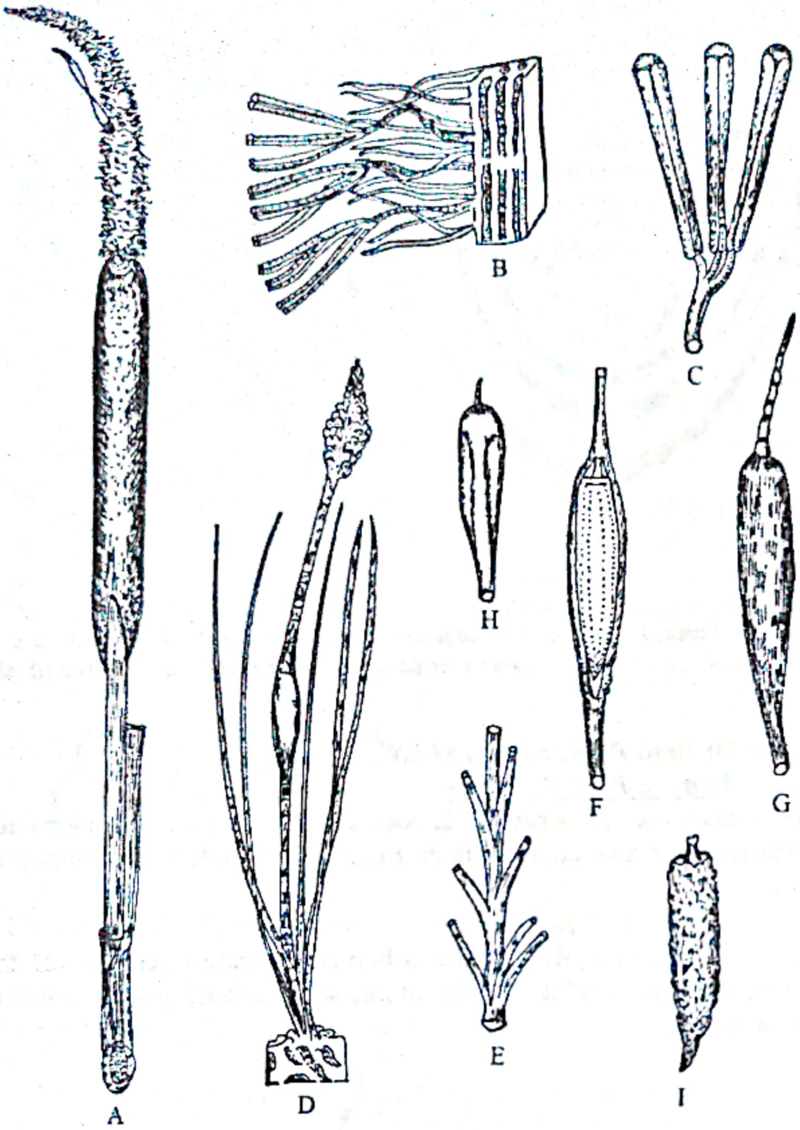


Fig. 478. *Typha latifolia:* A – infloreescența completă, un spic cilindric compact, la vârf cu flori ♂ dense și la bază cu flori ♀ dense; B – porțiune din inflorescența ♂ cu 3 flori; C – detaliu al unei flori ♂ cu 3 stamine cu filament scurt și antere foarte lungi; D – o floare ♀ cu perigon din 30-50 perișori lungi și subțiri, ovarul în vârful unui ginofor lung; E – detaliu al ginoforului cu numeroși perișori laterali; F – secțiune longitudinală în ovar; G – fructul; H – ovar avortat de la o floare ♀; I – sământa (după Hickey et King)

1.4. Ordinul *TYPHALES*

Ordinul încadrează plante erbacee perene cu flori mult reduse în mod secundar și cu trecere la polenizarea anemofilă. Florile sunt unisexuate, dispuse monoic.

Sistematica. Ordinul cuprinde familiile: *Typhaceae* și *Sparganiaceae*.

Familia *Typhaceae*

Încadrează plante de mlaștină cu rizomi. Pe o axă comună, lungă și groasă, sunt dispuse îndesuit, în rulouri compacte, jos florile ♀, iar la vârf cele ♂. În locul periantului se află o bordură de peri.

♂ A_{2-5}
♀ G_1

Genul ***Typha*** cu specii: *Typha latifolia* (Papura cu frunza lată) (fig. 478), *T. angustifolia* (Papura cu frunza îndustă), *T. minima* ș.a.

Familia *Sparganiaceae*

Genul ***Sparganium*** (Buzdugan) încadrează specii erbacei perene, care cresc în bălți și mlaștini. Frunzele sunt liniare, iar florile unisexuate sunt grupate în inflorescențe parțial sferice. Periantul este membranos, format din 6 sau 3 părți.

♂ $P_{3-6}A_{3-6}$
♀ $P_{3-6}G_{(1-2)}$

Sparganium erectum formează populații ± compacte la marginea apelor stagnante sau lin curgătoare.

5.2. Supraordinul *COMMELINANAE* (= *FARINOSAE* p.p.)

La formele inițiale polenizarea este zoofilă dar cu tendință și apoi generalizare a anemofiliei.

Florile sunt radiare până la ușor zigomorfe, formate din câte 3 elemente. Tepalele, încă nediferențiate, cu piese de tipul sepalelor și petalelor, devin treptat neînsemnate, reduse. Gineceul este format din 3 (-2) carpele cu poziție superioară, se transformă de la sincarp la pseudomonomer. Și fructul evoluează de la capsule cu multe semințe la fruct nucă monospermă.

Endospermul se formează după tipul nuclear și în final devine foarte bogat în amidon (de aici numele mai vechi de Farinosae – farina = făină). Embrionul este dispus lateral față de endosperm.

Tulpinile sunt împărțite în noduri și internoduri, iar frunzele sunt caracteristice, alcătuite din limb cu nervuri paralele și teacă bine dezvoltată.

Sistematica. Supraordinul cuprinde ordinele: *Commelinales* și *Poales* (= *Glumiflorae*).

2.1. Ordinul *COMMELINALES*

Acesta încadrează plante subtropicale cu flori bisexuate entomofile şi fructe capsule.

Sistematica. Ordinul încadrează următoarele familii: *Commelinaceae* şi *Euriocaulaceae.*

Familia *Commelinaceae*

Această familie încadrează plante erbacee, rareori liane, cu flori bisexuate pe tipul 3, cu periant diferenţiat în caliciu şi corolă.

$$* K_3C_3A_{3+3}G_{\underline{(3)}}$$

Fructul este o capsulă loculicidă, endospermul este nuclear.

Se cultivă ca plante ornamentale de interior specii ale genurilor: ***Tradescantia, Zebrina*** (Telegraf) ş.a., iar în spaţii verzi speciile: *Commelina communis* cu flori albastre şi *Tradescantia virginiana* (fig. 473-B).

Familia *Eriocaulaceae*

Familie botanică cu peste 1200 specii răspândite în regiuni intertropicale şi temperate americane, rareori în Africa.

Florile sunt unisexuate, mici, grupate în pseudantii asemănătoare calatidiilor de la *Compositae*, din care cauză ele se mai numesc „*Compositae*- le monocotiledonatelor".

Genul ***Eriocaulon*** - *E. crassicarpum* (fig. 473-C).

2.2. Ordinul *POALES* (= *GLUMIFLORAE* = *GRAMINALES*)

Ordinul *Poales* reprezintă veriga de capăt a *Commelininae*- lor cu flori simplificate structural şi polenizare anemofilă.

Sistematica. Ordinul încadrează familiile: *Ioinvillaceae, Restionaceae* şi *Poaceae* (*Graminaceae*).

Familia *Ioinvillaceae* cuprinde 2 specii vest-pacifice.

Familia *Restionaceae*[*]

Familie cu circa 400 specii răspândite în Emisfera de Sud. Florile sunt moderat simplificate. De la cele bisexuate, prin avortarea unui sex, s-a ajuns la flori unisexuate dispuse monoic sau dioic, polenizate prin intermediul vântului. Ele fac trecerea spre autenticele graminee. În Africa de Sud şi Australia acestea ocupă habitatele ecologice ale papurei şi rogozului.

Genuri: ***Restio, Hypolaena*** ş.a. *Restio cuspidatus* (fig. 477-A).

Familia *Poaceae* (= *Graminaceae*)

Familie botanică foarte numeroasă, cu peste 9000 specii foarte importante, mai întâi economic, ca cereale şi plante furajere, spontane sau cultivate.

Gramineele autentice sunt plante erbacee perene sau unianuale, mai rar lemnoase.

A. Axa lăstarului (= tulpina) este, de regulă generală, cilindrică, cu internoduri goale şi noduri pline, raraeori plină peste tot cu măduvă (ca la *Zea, Saccharum* ş.a.). Prezintă meristeme la baza fiecărui internod şi poartă numele de culmus (pai).

Tulpina se ramifică, de obicei, la extremităţi: la bază ramificarea poartă numele de înfrăţire, iar la vârf se formează inflorescenţele.

Ramificaţiile care pornesc de la baza axei aeriene a lăstarului poartă numele de fraţi. Înfrăţirea (fig. 479) se produce la nodurile scurte de la baza tulpinii, apropiate de suprafaţa pământului şi sunt numitre noduri de înfrăţire. Gramineele pot avea sub pământ şi tulpini subterane. Acestea au aspect de rădăcini, dar se deosebesc atât morfologic cât şi anatomic. Pe tulpinile subterane se află frunze rudimentare sau scvame şi numeroşi muguri. Se deosebesc anatomic de rădăcini prin fasciculele conducătoare, care sunt libero-lemnoase şi respectiv liberiene şi lemnoase (la rădăcini).

Rizomii sunt axe subterane scurt articulate, cu noduri mai proeminente, de la nivelul cărora se formează rădăcinile adventive. Ei pornesc din nodul de înfrăţire, se dezvoltă în sol, într-o direcţie perpendiculară faţa de lăstarul aerian. Aceştia se îngroaşă prin depozitarea substanţelor de rezervă şi se ramifică, de regulă generală, simpodial. Exemple: *Agropyron repens* (Pirul târâtor); *Phragmites*

---

[*] Încadrată, deseori, la *Commelinales*.

australis (Trestia sau Stuful); *Bromus inermis* (Obsiga nearistată); *Sorghum halepense* (Bălur, Coastrei); *Cynodon dactylon* (Pirul gros) ş.a.

Gramineele cu rizomi formează tufe dese.

Stolonii sunt axe mai subţiri, cu internoduri mai lungi şi noduri mai puţin proeminente. Se află la gramineele care formează tufe rare. Stolonii formează unghi ascuţit cu lăstarul aerian erect şi se pot dezvolta aproape de suprafaţa pământului (subteran) sau deasupra suprafeţei pământului (suprateran).

De regulă generală, gramineele cu rizomi prezintă şi stoloni: subterani ca la *Chrysopogon gryllus* (Sadina), *Poa pratensis* (Firuţa de livadă), *Bromus inermis* (Obsiga nearistată), *Agropyron repens* (Pirul târâtor); supraterani la *Cynodon dactylon*, *Agrostis stolonifera* (şi subterani).

Gramineele stolonifere completează uşor golurile care apar în pajişti, ajutând la menţinerea unei vegetaţii încheiate. Stolonii le permit să se înmulţească uşor şi să treacă peste perioade nefavorabile de viaţă.

Pentru recunoaşterea unor graminee spontane este important să se studieze şi baza lăstarilor aerieni. Asfel, la *Poa bulbosa*, pe lângă îngroşarea lăstarului aerien principal se formează şi numeroase bulbile cu frunzuliţe. De asemenea, la *Hordeum bulbosum* (Orz sălbatic), *Phleum pratense* subsp. *nodosum* (Timoftică) baza tulpinii este bulbiform îngroşată.

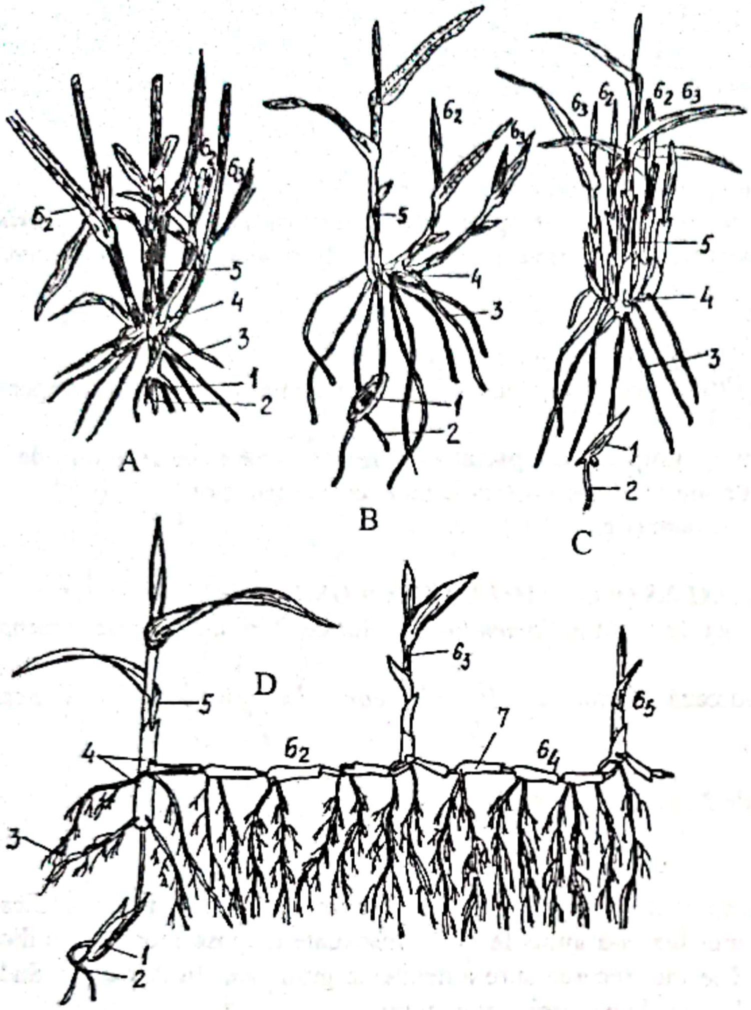


Fig. 479. Înfrăţirea gramineelor: A – Secale cereale; B – Poa annua (tufă rară); C – Nardus stricta (tufă densă); D – Agropyron repens (graminee cu rizom): 1 – cariopsa (bobul); 2 – rădăcinile „embrionare”; 3 – rădăcini adventive; 4 – noduri de înfrăţire; 5 – lăstarul principal; 6_1, 6_2, 6_3, 6_4 – ordinea de apariţie a fraţilor; 6_3-6_5 – lăstari aerieni; 7 – rizomul (după Hrjanovskii)

B. Frunzele gramineelor sunt alterne, aşezate pe două rânduri. Fiecare frunză este alcătuită din limb (lamină), ligulă şi teacă.

Lamina este liniară sau filiformă, rareori lanceolată până la ovată, cu nervuri paralele, de obicei constrânsă la locul de unire cu teaca, rareori scurt peţiolată. Nervurile sunt paralele. Epiderma este alcătuită din celule lungi şi scurte, caracteristice. În celulele scurte se află silicaţi. Pe epiderma superioară a limbului se află stomate de tip graminaceu, cu celule stomatice halteriforme, întovărăşite de două celule anexe alungite. Sub epiderma laminei se află fascicule de sclerenchim, continue sau discontinue, care servesc la determinarea unor specii spontane. Prefoliaţia poate fi conduplicată şi convolută.

Ligula este situată la locul joncţiunii laminei cu teaca. Este, de rgulă generală, membranoasă, uneori transformată într-un rând de peri sau lipseşte.

Teaca înconjoară de jur împrejur tulpina şi poate avea marginile libere, suprapuse sau conate (concrescute).

Pe părţile laterale, la locul de unire a laminei cu teaca, se pot afla două expansiuni , mai mici sau mai mari (ca la genul *Hordeum*) numite urechiuşe, care constituie criterii de recunoaştere a unor genuri sau specii.

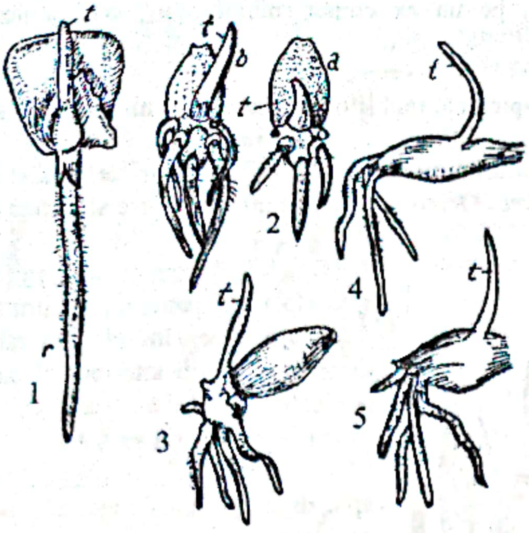


Fig. 480. Rădăcina embrionară şi rădăcinile adventive din mezocotil la câteva graminee cultivate: 1- *Zea mays*; 2 – *Triticum aestivum*: a – cu 3 şi b – cu 5 rădăcini; 3 – *Secale cereale* (4 rădăcini); 4 – *Avena sativa* (3 rădăcini); 5 – *Hordeum vulgare* (cu 5 rădăcini)

C. Rădăcinile sunt de două feluri: embrionare şi adventive. Rădăcina embrionară este una singură. Ea dispare de timpuriu, mai rar se menţine şi la planta adultă. La cereale, la scurt timp după germinare, se observă câteva rădăcini, de dimensiuni aproape egale: la *Triticum sp.*: 3-5; la *Secale cereale*: 4; la *Avena sativa*: 3-6; *la Oryza sativa*: 2; la *Hordeum sp.*: 5-8; rareori una singură la *Zea mays* (fig. 480). Aceste rădăcini sunt de natură adventivă. Se formează din porţiunea lăstarului embrionar numită mezocotil, situat foarte aproape de rădăcina embrionară, încât se creează impresia că toate rădăcinile sunt embrionare. După dispariţia acestor rădăcini, de la nodurile bazale ale lăstarului aerian sau de pe lăstarii subterani se formează mai multe rădăcini adventive, care au aproximativ aceeaşi lungime şi grosime. Acest fenomen se numeşte homorizie secundară.

La unele graminee spontane au fost puse în evidenţă micorize: *Holcus lanatus, Molinia caerulea, Festuca ovina, Nardus stricta, Deschampsia caespitosa, Agrostis canina* ş.a. Toare acestea sunt graminee de slabă valoare furajeră în raport cu cele fotoautotrofe.

D. Florile gramineelor sunt, de cele mai multe ori, bisexuate şi mult simplificate, ca adaptare la polenizarea anemofilă. Acestea nu sunt solitare, ci grupate în inflorescenţe elementare numite spiculeţe, iar spiculeţele formează inflorescenţe compuse caracteristice.

Siculeţul este alcătuit dintr-un ax, la nodurile (călcâiele) căruia se inseră florile. Cel mai adesea, spiculeţul posedă la bază două bractei (uneori 3 sau 4) numite glume (cămăşi de învelire), care învelesc parţial sau total spiculeţul. Spiculeţele, de cele mai multe ori, sunt multiflore (*Hordeum sp., Festuca sp., Poa sp., Oryza sativa* ş.a.), uneori biflore (Secale sp. ş.a.) sau uniflore (la *Hordeum sp., Agrostis sp., Oryza sativa, Naardus stricta* ş.a.).

Floarea este protejată de două bractei numite palei (cămăşi de acoperire), ca frunze protectoare ale florilor individuale. Paleile, şi în mod special glumele, sunt numite în popor pleve. Paleea inferioară, mai mare, omoloagă cu bracteea, poartă numele de lemă. Cămaşa ce protejează părţile reproducătoare reprezintă baza frunzei (bracteei) şi poartă pe spate sau la vârf un ţep tare numit aristă (mustaţă), care este omologată cu lamina frunzei (bracteei). Mai sus se află lema superioară (cămaşa anterioară), despicată la vârf, care este omologată cu 2 bracteole (o pereche de frunze anterioare) şi care nu prezintă aristă. Deasupra paleei superioare se găsesc 2 (mai rar 3) solzişori, care pot fi consideraţi rudimente ale cercului interior al perigonului şi poartă numele de lodicule. Acestea, prin umflare, provoacă deschiderea florilor. Din ambele verticile de stamine (A_{3+3}), prezente rareori (ca la *Oryza sativa, Bambusa sp.*), de cele mai multe ori se menţine numai cercul exterior format din 3 stamine (rareori acestea sunt în număr de 4 sau 2). Gineceul este pseudomonomer şi provine din concreşterea a 3 sau 2 carpele. Ovarul este unicompartimentat, conţine un singur ovul şi se termină în vârf cu 2 (rareori 3) stigmate plumoase. Polenizarea este anemofilă sau plantele sunt autogame. După fertilizare se formează fructul nucă numit cariopsă. Caracteristica acestui fruct monosperm indehiscent o reprezintă faptul că pericarpul este strâns alipit de tegumentul seminal. Deseori, cariopsa se dezvoltă nu numai din ovar, ci la formarea ei participă şi cămăşile şi au rol în răspândirea şi chiar de ancorare pe substrat a fructului.

La cele mai multe graminee, la maturarea deplină, spiculeţele se împart în părţile lor componente şi se desprind astfel de pe rahis.

Embrionul de graminee posedă un singur cotiledon în formă de scut, numit scutellum, care se transformă într-un organ de absorbţie numit haustor endospermal. El este situat lateral faţă de endospermul puternic dezvoltat, bogat în amidon. Vârfurile vegetative ale lăstarului şi rădăcinii sunt învelite de jur împrejur în nişte teci numite coleoptila şi respectiv coleoriza, care la germinarea sunt străpunse de organele corespunzătoare. Se mai află un rest al celui de-al doilea cotiledon numit epiblast.

Spiculeţele se grupează în moduri diferite, pe un ax comun numit rahis, şi alcătuiesc inflorescenţe compuse.

Acestea sunt următoarele:

1. Spicul compus (fig. 481) este alcătuit din spiculeţe multiflore, biflore sau uniflore, înserate sesil pe rahis, ca la *Triticum sp., Secale sp., Hordeum sp., Lolium sp., Agropyron sp.* ş.a.

2. Panicul cu spiculeţe. Rahisul prezintă la noduri ramificaţii ± lungi, cu ramuri de ordinul II, III ş.a.m.d., în vârful lor cu spiculeţe. Ex. *Avena sativa, Oryza sativa* şi multe graminee sălbatice ca *Poa sp., Festuca sp., Bromus sp.* ş.a.

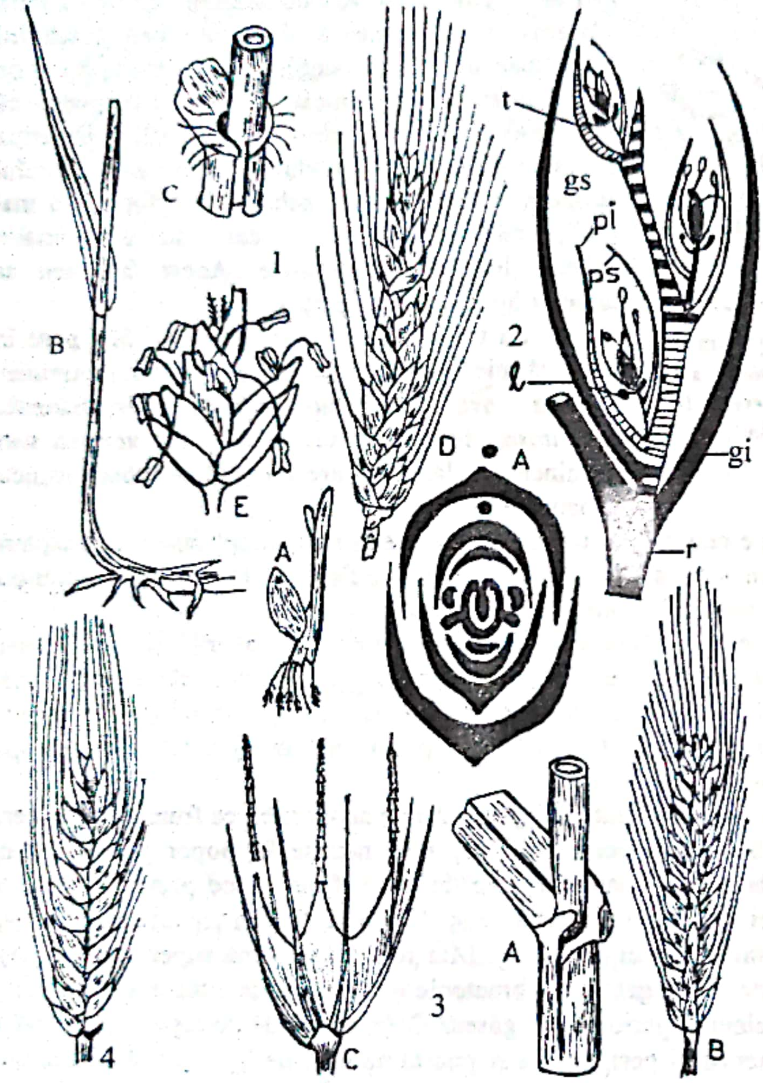


Fig. 481. *Poaceae*: 1 – *Triticum aestivum* (A-E): A – plantula; B – fragment de lăstar aerian cu rădăcini adventive şi trofofila vaginantă; C – regiunea ligulei şi urechiuşelor; D – spicul compus; E – spiculeţul multiflor; 2 – schema spiculeţului de grâu: r – rahis; gi – gluma inferioară; gs. – gluma superioară; pi – palea inferioară (lema); ps – paleea superioară; l – lodicule; A – diagrama unei flori; 3 – *Hordeum vulgare*: A – regiunea ligulei şi urechiuşelor foarte dezvoltate; B – spicul compus; C – la un călcâi al rahisului se află trei spiculeţe uniflore toate fertile, cu glume aristiforme; 4 – *Hordeum distichon* (după Mititelu, I. Pop et al.)

3. Racem cu spiculeţe (= spic fals = panicul spiciform). Spiculeţele se înseră pe rahis racemiform, prin intermediul unor pediceli scurţi, ± egali ca la Phleum sp., Setaria sp. ş.a.

4. Umbela cu spiculeţe (= spic digitat). Spiculeţele, ± sesile, se înseră pe axe de ordinul I, care pornesc digitiform de la vârful lăstarilor. Ex. *Cynodon dactylon, Digitaria sanguinalis* ş.a.

5. Spadixul cu spiculeţe este inflorescenţa feminină de la *Zea mays*, formată dintr-un ax gros pe care se inseră, sesil, spiculeţele feminine în nişte gropiţe ale rahisului. Întrega inflorescenţă este protejată de hipsofile numite pănuşi.

Sistematica. Pentru împărţirea sistematică a gramineelor se iau în considerare diferenţieri în alcătuirea spiculeţelor, lodiculele, structura cariopsei, a embrionului, a plantulei şi anatomia frunzei.

Pe baza acestor criterii, gramineele se împart în 6 subfamilii: *Bambusoideae, Oryzoideae, Pooioideae* (*Festucoideae*), *Arundinoideae, Chloridoideae* şi *Panicoideae*.

Subfamilia *Bambusoideae*

Această subfamilie încadrează plante lemnoase, arbori sau arbuşti, din regiuni intertropicale, în număr de circa 600 specii. Ocupă o poziţie bazală în cadrul familiei, atât prin forma biologică cât şi prin organizarea florilor cu 3 lodicule şi androceu alcătuit din 3+3 stamine. Fructul este cariopsă sau bacă.

Genurile mai cunoscute sunt: ***Bambusa, Phyllostachys, Sasa, Arundinaria*** ş.a.

Sasa palmata (Bambusul) este un arbust de 1-3 m înălţime şi tulpina 1 cm în diametru, originar din Ins. Kurile şi Sachalin. A fost naturalizat în unele ţări europene (Marea Britanie), iar în România este cultivat în scop experimental. În zone tropicale se află specii arborescente, de 30-40 m înălţime, al căror lemn este întrebuinţat în construcţii navale. Frunzele sunt consumate de unele animale (ex. ursul Panda ş.a.)

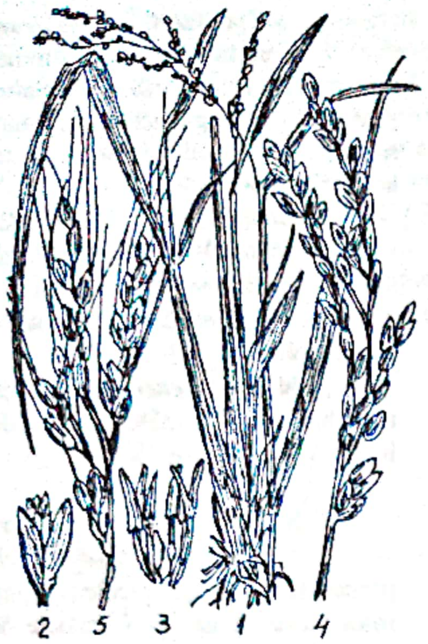


Fig. 482. *Oryza sativa*: 1 – habitusul plantei; 2, 3 – spiculețul; 4, 5 – panicule cu spiculețe

Speciile de *Bambusa* sunt răspândite în special în regiunile subtropicale umede. Au utilizări ca legume sau lemnul lor în construcții.

Subfamilia *Oryzoideae*

Reprezentanții sunt specii preponderent tropicale. Cea mai cunoscută este *Oryza sativa* (Orezul) (fig. 482). Este plantă erbacee cu panicul, iar în fiecare floare se află 6 stamine. Reprezintă a doua cereală alimentară de pe glob (după grâu).

Subfamilia *Pooideae* (= *Festucoideae*)

Florile acestor plante sunt mai puternic reduse, ca adaptare la polenizarea anemofilă. Prezintă palei (cămăși de acoperire) cu mai multe nervuri, care nu însoțesc, de regulă generală, fructele. Fotosinteza este de tip C_3 (este tipul plantelor fotoautotrofe).

Sunt specii preponderent din regiuni tropicale.

Cu inflorescența spic compus sunt cele mai importante cereale: ***Triticum* sp., *Hordeum* sp., *Secale cereale*,** dar și unele plante furajere ca ***Lolium perenne*** ș.a.

Cu inflorescența panicul și spiculețe multiflore sunt genurile autotrofe, foarte importante ca plante furajere: ***Festuca*** (Păiuș), ***Poa*** (Firuța), ***Bromus*** (Obsiga) ș.a., la care glumele (cămășile de învelire) sunt scurte, iar la genurile ***Arrhenatherum*** (Ovăscior), ***Trisetum, Avena*** ș.a. glumele sunt lungi.

Inflorescența panicul și spiculețe uniflore se află la genul *Agrostis* (Iarba câmpului) ș.a.; inflorescența panicul spiciform la plantele furajere din genurile: ***Alopecurus, Phleum, Antoxanthum*** ș.a., dar și speciile de ***Stipa***: *S. pennata* agg. (Colilia) și *S. capillata* (Năgara). Acestea din urmă se află mai ales în stepele pontice. Frunzele lor sunt convolute, cu adaptări xeromorfe. Cămășile de acoperire (lemele) au ariste foarte lungi.

Coix lacryma-jobi este o specie erbacee unianuală, monoică, înaltă de 80-120 cm, cu frunze late, liniare. Inflorescența este un panicul. Paniculul este alcătuit din platoșe globuloase (formate din concreșterea bracteilor inflorescenței feminine), care la maturare devin tari ca porțelanul. Acestea înconjoară inflorescența feminină alcătuită dintr-un spiculeț ♀ fertil și 1-2 spiculețe sterile. Prin orificiul apical al platoșei ies în afară spiculețele mascule, dispuse distich.

Crește spontan în regiuni tropicale, dar se cultivă și în alte regiuni ca plantă ornamentală sau este utilizată în practici religioase (la confecționarea mătăniilor). O cultură frumoasă din această plantă am observat în curtea M-rii Turnu-Vâlcea, la baza M-telui Cozia.

Subfamilia *Panicoideae* (incl. *Andropogonoideae*)

Plante care au spiculețele separate și care cad ca un întreg, fiind alcătuite, de cele mai multe ori, din 2 flori se află la genurile ***Setaria, Panicum, Pennisetum.*** Cu spiculețe perechi se află la specia ***Saccharum officinarum*** (Trestia de zahăr) (fig. 483) originară din Indo-Malaezia, dar cultivată peste tot în zone tropicale. Din măduva tulpinii, prin stoarcere și concentrare, se obține zahărul de trestie. Tot aici se încadrează genurile ***Zea*** (Porumbul) și ***Sorghum*** ca și autohtonul ***Dichanthium (Bothriochloa) ischaemum*** (Bărboasă, Fâșca), care indică uscăciunea solului pe care crește.

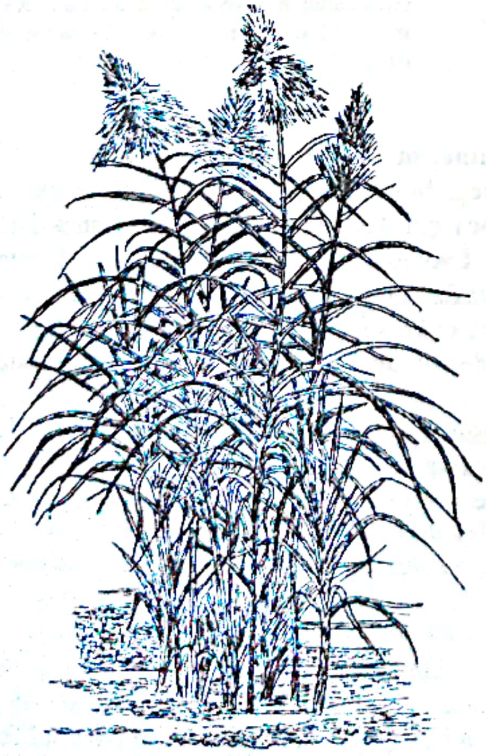


Fig. 483. *Saccharum officinarum:* habitusul plantelor cultivate

Subfamilia *Arundinoideae*

Aceasta este o subfamilie cu caractere izolate față de celelalte graminee. Spiculețele sunt multiflore, iar axul spiculețului este acoperit de peri.

Phragmites australis (Trestia de baltă, Stuful) formează stufărișuri dense și înalte (→ 4 m) în bălți, mlaștini etc. Este specie cosmopolită.

Molinia caerulea (Iarba albastră) crește în mlaștini joase de luncă.

Subfamilia *Chloridoideae*

Aceasta încadrează specii preponderent tropicale, cu fotosinteza de tip C_4. Cămășile de acoperire (paleile) au 3 (-1) nervuri.

Cynodon dactylon (Pirul câinelui, Pirul gros) (fig. 484.) are spice dispuse digitiform. Este specie comună în Europa, în locuri ruderale și segetale.

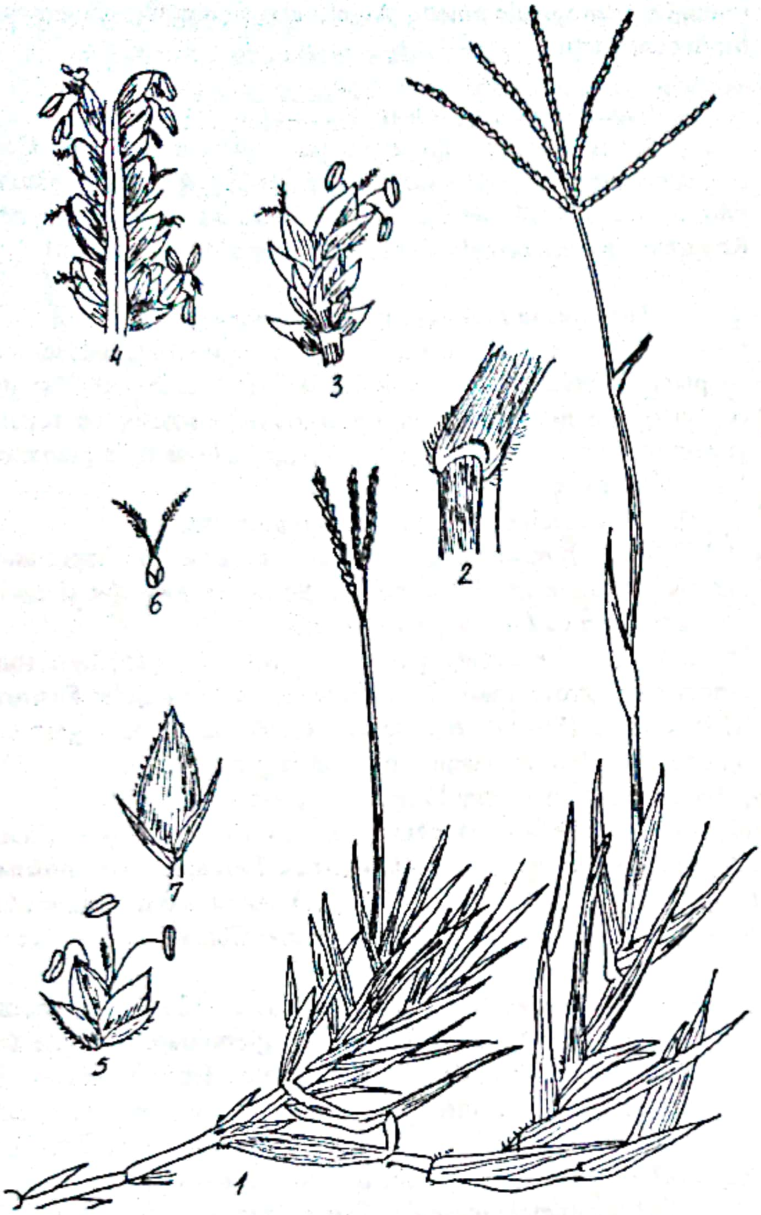


Fig. 484. *Cynodon dactylon:* 1 – habitusul plantei cu inflorescențe; 2 – baza limbului cu ligula înlocuită prin perișori; 3 – porțiune din rahisul inflorescenței văzută din față; 4 – rahisul cu spiculețe (vedere dorsală); 5 – spiculeț în perioada înfloritului; 6 – ovar cu 2 lodicule, stil scurt și 2 stigmate plumoase; 7 – cariopsa cu paleile

Importanța gramineelor

Gramineele au o importanță covârșitoare pentru întrega biosferă. Ele alcătuiesc, prin numărul mare de specimene, fondul savanelor, stepelor, luncilor încă din Terțiarul Inferior. De atunci s-au răspândit continuu pe întreaga suprafață a uscatului Terrei. Evoluția grupelor mari de animale, cum sunt paricopitatele și imparicopitatele, ar fi fost de neimaginat fără gramineele din pajiști, păduri etc.

Pentru om, abia după cultivarea cerealelor (grâu, orz, ovăz, secară) și producerea alimentelor, cu circa 10.000-7000 ani în urmă, a fost posibilă creșterea demografică și apariția culturilor avansate urbane în Lumea Veche și Lumea Nouă.

Față de formele sălbatice, cerealele cultivate se deosebesc în special prin numărul mare de cariopse din spic dar și prin mărimea acestora, pierderea fragilității axei spiculețului și respectiv spiculețelor și neconcreșterea plevelor cu cariopsele. Toate aceste însișiri superioare au rezultat în urma muncii îndelungate de selcție desfășurată de om.

I. Cele mai importante cereale au luat naștere astfel:

A. În Asia de sud-vest și spațiul Mării Mediterane s-au format:

1. Grâul (*Triticum sp.*) (fig. 481) care prezintă spiculețe cu 3-5 flori, cu glume late și palei inferioare (leme) cu sau fără ariste. Speciile de grâu aparțin la trei grupuri naturale, având numărul de bază x = 7. Acestea s-au format prin alopoliploidie, adică prin multiplicarea numărului de genomi rezultați în urma încrucișării a două specii din același gen sau din genuri diferite.

Acestea prezintă următoarele structuri genomice:

- specii diploide (2n = 2x = 14);
- specii tetraploide (2n = 4x = 28);
- specii hexaploide (2n = 6x = 42).

Dintre aceste specii cel mai cultivat este hexaploidul *T. aestivum* (= *T. vulgare*) cu 2n = 6x = 42 cromozomi somatici. În ţări cu climă mai caldă este cultivat grâul sticlos – *T. turgidum* (Grâul mare, Grâul englezesc) cu 2n = 4x = 28 cromozomi şi *T. durum* (Grâul tare) cu 2n = 4x = 28. *T. spelta* (Alacul), de asemenea este tetraploid.

Aproape dispărute din cultură sunt *T. monoccocum* (diploid), cu un bob în spiculeţ şi *T. dicoccum* (tetraploid), cu 2 boabe în spiculeţ.

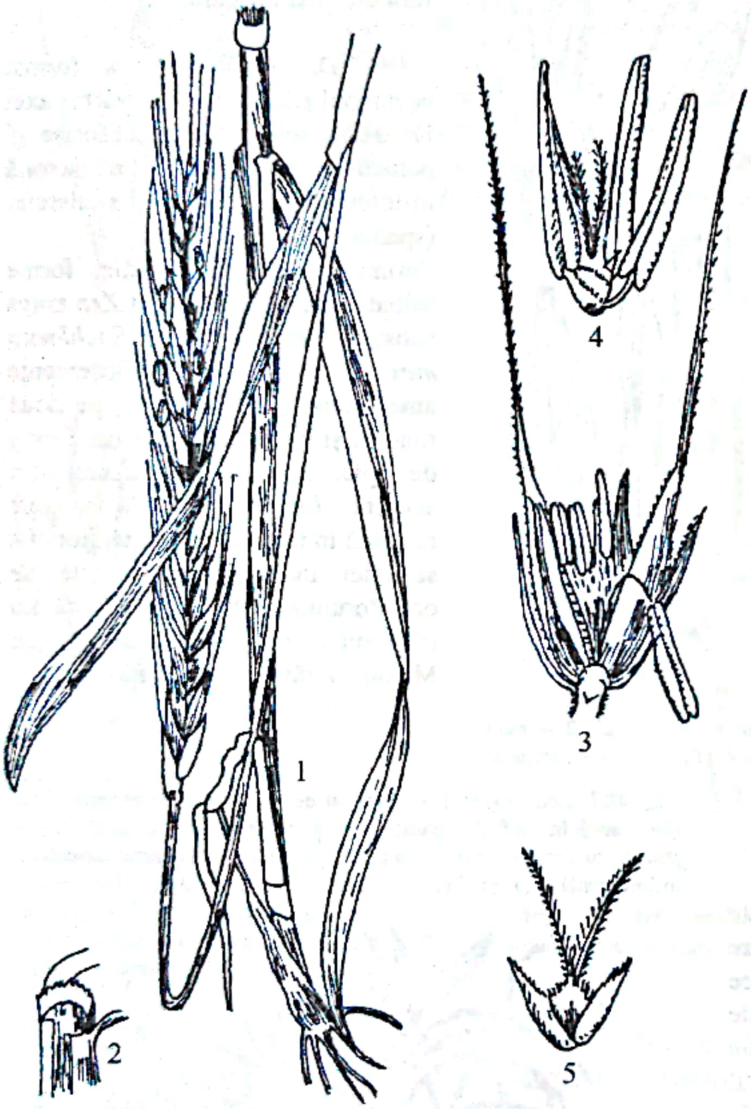


Fig. 485. *Secale cereale*: 1 – habitusul plantei cu spicul compus; 2 – baza limbului cu ligulă şi urechiuşe; 3 – spiculeţul biflor; 4 – floare bisexuată fără palei; 5 – gineceul cu lodicule

2. Orzul (*Hordeum vulgare*) (fig. 481-3) se caracterizează prin aceea că la un nod al rahisului spicului se află trei spiculeţe uniflore, toate fertile şi aristate. Orzul poate avea spiculeţe dispuse pe patru rânduri (spicul 4-muchiat) şi pe 6 rânduri (spicul aproape cilindric). La *H. distichon* (Orzoaica) (fig. 481-4) numai spiculeţul mijlociu este fertil, din care cauză este numit orzul cu două rânduri. Aceste două specii de orz de cultură sunt diploide (2n = 2x = 14).

3. Secara (*Secale cereale*) (fig. 485). La un rahis al spicului se află un spiculeţ cu 2 flori, cu glume înguste şi palei lung aristate. Este tot specie diploidă - 2n = 2x = 14.

4. Ovăzul (*Avena sativa*) (fig. 486) este o cereală alimentară şi furajeră hexaploidă (2n = 6x = 42). Inflorescenţa este panicul, spiculeţele au două flori bisexuate. Glumele sunt mai lungi decât florile, lemele sunt aristate sau nearistate.

Cultura grâului (*T. turgidum, T. dicoccon)* şi a orzului (*Hordeum vulgare*) datează în Orientul Apropiat din mileniul 9 înainte de Hristos. Şi în Europa Centrală au fost cultivate încă din Epoca de piatră timpurie: *Triticum monococcum* (Grâul cu un bob), *T. spelta* (Alacul de vară), *T. aestivum* şi *Hordeum vulgare*.

Abia în Epoca bronzului şi a fierului au apărut ca cereale de cultură secara şi ovăzul. Acestea din urmă erau cunoscute ca buruieni în cerealele cultivate.

B. În sud-estul Asiei a luat naştere orezul (*Oryza sativa*) (fig. 482) şi specia sălbatică *O. perennis*. Se recunoaşte prin spiculeţe uniflore grupate în panicule. Este cereala tropical-subtropicală cea mai importantă. În sud-estul Asiei se cultivă de milenii. De aici s-a răspândit în toată lumea, acolo unde i se poate asigura cu intermitenţă apă. I se spune planta „cu picioarele în apă şi cu capul în soare".

C. În zonele uscate ale Asiei de est, Indiei și Africii etc., a luat naștere grupa eterogenă a meiurilor: meiul cu panicul (*Panicum miliaceum*); meiul cu stiulete (*Setaria italica* – Dughia); penisetum- ul (*Pennisetum spicatum*) și meiul sorg (*Sorghum bicolor*). Toate acestea sunt adesea cultivate ca plante prășitoare, cu valoare furajeră și alimentară.

D. În Mexic s-a format porumbul (*Zea mays*). În vârful axei lăstarului se află inflorescențele ♂ paniculate, iar cu poziție laterală inflorescențele ♀ de tipul știuletelui (spadix) (fig. 487).
Porumbul s-a format din forme sălbatice unianuale ale lui Zea mays subsp. mexicana (= *Euchlaena mexicana*) cu inflorescențe amestecate: ♂ cu spiculețe pe două rânduri și cele ♀ aproape sub formă de spic. Apariția porumbului din această formă sălbatică a fost posibilă în urma macromutațiilor și a selecției îndelungate efectuate de om. Porumbul este luat în cultură din mileniul 6 înainte de Hristos și din Mexic s-a răspândit în toată lumea.

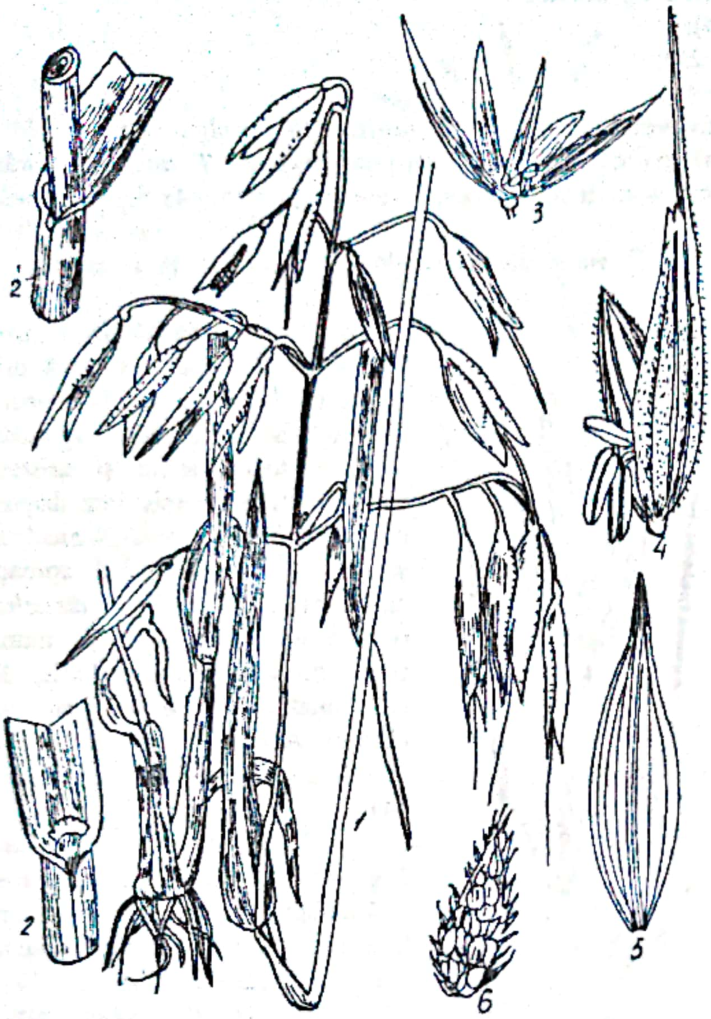
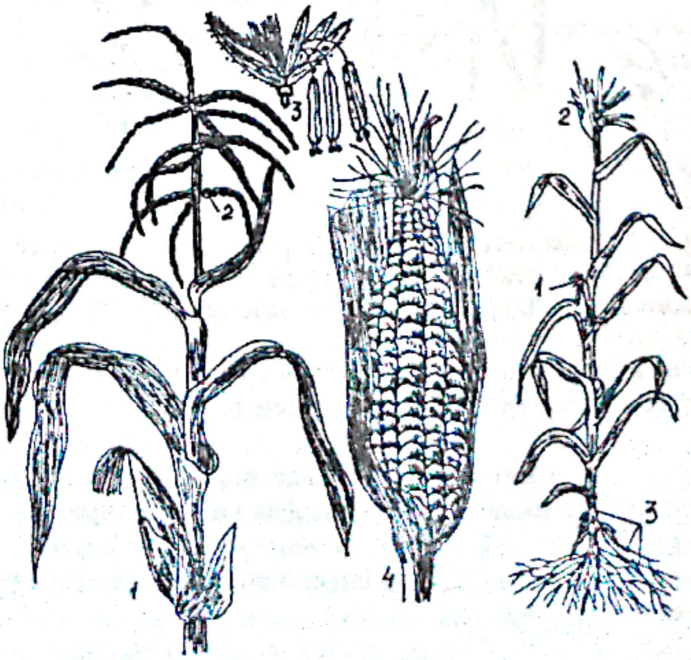


Fig. 486. *Avena sativa:* 1 – habitusul plantei cu panicul; 2 – baza limbului cu ligula și urechiușe; 3 – spiculețul; 4 – o floare cu lema aristată; 5 - lodicula

II. Gramineele furajere

Pe lângă multe cereale utilizate și ca furaje în hrana animalelor, valoare furajeră au și numeroase graminee sălbatice, dintre care unele au fost luate și în cultură. Dintre cele mai principale se amintesc: *Festuca pratensis* (Păiușul de livadă), *Poa pratensis* (Firuța de livadă), *Phleum pratense* (Timoftica), *Alopecurus pratensis* (Coada vulpii) (fig. 488), *Arrhenatherum elatius* (Ovăsciorul) (fig. 489), *Festuca rubra* (Păiușul roșu), *Trisetum flavescens* (Ovăscior auriu), *Dactylis glomerata* (Golomățul), *Lolium perenne* (Iarba de gazon, Raigras englezesc), *Agrostis stolonifera, A. tenuis* (Iarba câmpului), *Bromus inermis* (Obsiga nearistată), *Poa trivialis* (Șuvar de munte), *P. silvicola, Cynosurus cristatus* (Pieptănarița), *Anthoxanthum odoratum*

Fig. 487. *Zea mays:* 1 – fragment de lăstar cu inflorescența ♀ (la bază) și ♂ în vârf; 2 – panicul cu spiculețe ♂; 3 – spiculeț ♂; 4 – știulete cu cariopse învelite în pănuși; 5 – planta cu rădcini adventive, inflorescență ♀ (1) și ♂ (2)



(Viţălar), *Avenula (Helictotrichon) pubescens* (Ovăscior), *Briza media* (Tremurătoare), *Beckmannia erucaeformis* (Ierboi de bahnă) ş.a. neenumerate aici cu mai mică valoare furajeră.

Alături de graminee, valoarea furajeră a unei pajişti este dată de unele leguminoase furajere din genurile: *Trifolium, Medicago* ş.a. şi alte câteva dicotiledonate. Pajişti bine încheiate se realizează printr-o combinaţie de graminee cu tufă rară şi graminee cu stoloni.

III. Valoare medicinală recunoscută au: *Agropyron repens* (Pirul târâtor) (*Graminis rhizoma*, off.); *Zea mays* (Porumbul) (*Maydis stigmata*, med., *Amylum maydis*, off.) ş.a.

IV. Unele specii de graminee sunt buruieni păgubitoare culturilor: *Cynodon dactylon* (Pirul gros, Pirul câinesc), *Apera spica-venti* (Iarba vântului), *Avena fatua* (Odos), *Bromus arvensis* (Obsiga), *B. secalinus* (Obsiga secarei, Secărea), *Digitaria sanguinalis* (Talpa gâştei), *Echinochloa crus-galli* (Mohor lat), *E. phyllopogon* (Mohor orezar), *Eragrostis megastachya*, *Lolium multiflorum*, *L. temulentum* (Sălbăţie), *Setaria pumila* (Mohor roşcat), *S. viridis* (Mohor verde), *S. verticillata* (M. agăţător), *Agropyron repens* (Pir târâtor), *Leersia oryzoides* (Orezică), *Sorghum halepense* (Bălur, Costrei) ş.a.

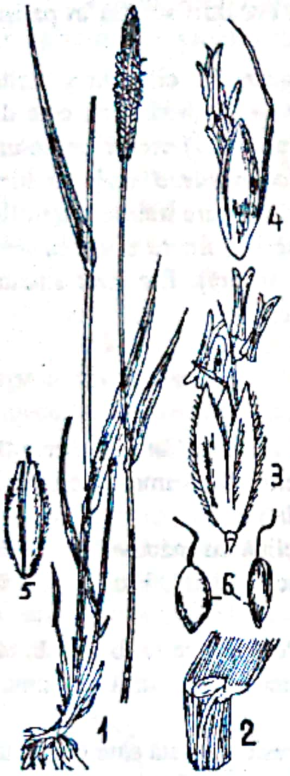


Fig. 488. *Alopecurus pratensis:* 1 – habitusul plantei cu inflorescenţă; 2 – baza limbului frunzei cu ligula şi urechiuşele; 3 – floarea bisexuată; 4 – lema cu arista geniculată; 5 – glume ciliate; 6 - cariopse

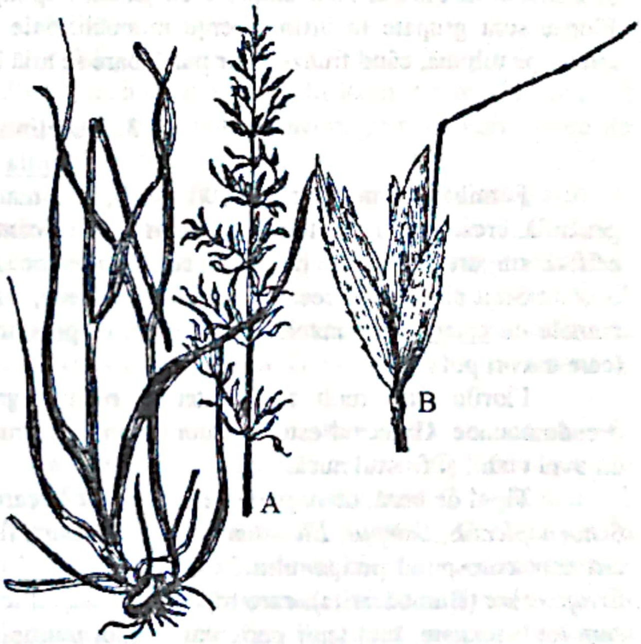


Fig. 489. *Arrhenatherum elatius:* 1 – habitusul plantei cu inflorescenţa; B – spiculeţul cu floarea ♂ cu lema geniculat-aristată

5.3. Supraordinul *JUNCANAE* (= *Junciflorae*; *CYPERALES* s. lat.)

Acest supraordin reprezintă ultima grupă de *Commelinidae* cu polenizare anemofilă.

Florile sunt ± radiare, cu perigon iniţial format din 3+3, dar cu tepale neînsemnate, membranoase, uscate, sub formă de peri, ţepi, sau uneori complet redus. Polenul se eliberează sub formă de tetrade sau pseudomonade. Din gineceu, cu 3 (-2) carpele concrescute, se dezvoltă fructul nucă (achenă) sau capsulă. Endospermul se formează după tipul helobial. Embrionul este situat ± marginal faţă de endospermul, care mai târziu devine bogat în amidon.

Sunt de remarcat la reprezentanţii acestui supraordin cromozomii policentrici, cu mai multe puncte de amplasare pe fusul de diviziune.

Juncanae- le se aseamănă ca habitus cu *Poaceae*- le autentice. Se deosebesc de acestea prin dispoziţia tristichă a frunzelor şi nodurile mai puţin proeminente decât internodurile axei lăstarului.

Sistematica. Supraordinul cuprinde 2 ordine: *Juncales* şi *Cyperales*.

3.1. Ordinul *JUNCALES*

Ordin cu 4 familii: *Juncaceae, Flagellariaceae, Rapateaceae* şi *Thurniaceae*.

Se va prezenta numai familia *Juncaceae*.

Familia *Juncaceae*

Familie cu 325 specii cosmopolite, răspândite peste tot în zone temperate şi reci ale globului. Numeroase specii sunt higrofile şi domină prin numărul de specimene unele formaţiuni de vegetaţie.

Florile sunt pe tipul 3, cu formula florală asemănătoare *Lilianeae*- lor. Gineceul este sincarp, cu numeroase ovule, se transformă în fructe capsule, deseori cu numeroase seminţe mici, uneori prevăzute cu caruncul (apendice amilaceu).

$$* P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$$

În Europa Centrală sunt două genuri: *Luzula* şi *Juncus*.

Genul ***Luzula*** se caracterizează prin tecile frunzelor închise şi limbul ciliat, cel puţin în stadiul tânăr. Capsula este uniloculară cu 3 seminţe. Tulpinile sunt turtite sau cilindrice. *L. sylvatica* creşte în păduri de molid sau fag cu răşinoase (brad, molid). *L. campestris* (Mălaiul cucului) se află în pajişti mezofile ş.a.

Genul ***Juncus*** (Pipirig) se caracterizează prin tulpini, de regulă generală, cilindrice, tecile frunzelor deschise, iar limbul, când există, nu este păros. Speciile de *Juncus*, împreună cu cele de *Carex*, participă la alcătuirea multor asociaţii higrofile. *J. trifidus* (Părul porcului) creşte pe soluri scheletice, stânci, în etajul subalpin şi alpin. *J. effusus* (Spetează), *J. conglomeratus*, *J. inflexus* sunt abundente în terenuri înmlăştinite. Corespunzător cu locurile stabile umed-ude în care trăiesc, tulpinile şi frunzele de *Juncus* sunt umplute cu ţesuturi spongioase, compartimentate în camere pline cu aer. Florile sunt grupate în inflorescenţe monochaziale de tip drepaniu (cimă seceră). Ele sunt situate lateral pe tulpină, când frunzele lor purtătoare se află în prelungirea axei principale.

3.2. Ordinul *CYPERALES*

Familia *Cyperaceae*

Familia cuprinde circa 4.000 specii, cele mai numeroase aparţinând genului *Carex*, de regulă generală, crescând în terenuri mlăştinoase, cu răspândire geografică foarte extinsă. Numeroase specii edifică, singure sau cu alte plante erbacee sau lemnoase, asociaţii vegetale ± întinse.

Sunt plante erbacee unianuale sau perene, cu rizomi. Tulpina este plină cu măduvă şi poartă numele de calamus. Frunzele sunt liniare, dispuse tristich şi prezintă o teacă închisă, limb şi ligulă (care uneori pot lipsi).

Florile sunt mult mai puternic reduse, grupate în spiculeţe. Polenul se eliberează ca pseudomonade. Gineceul este pseudomonomer, format din 3 (-2) carpele concrescute, însă cu numai un ovul viabil şi fructul nucă.

Tipul de bază, de organizare a florii, de la care se poate urmări o regresie treptată este cel de la *Schoenoplectus, Scirpus, Eleocharis* ş.a. La acestea florile sunt bisexuate, adesea cu 6 ţepi sau cârlige tari care corespund perigonului 3+3. Acestea rămân pe fruct şi servesc la răspândirea acestuia. La *Eriophorum* (Bumbăcariţa), care trăieşte în mlaştinile din regiuni montane, uneori şi mai joase, florile sunt tot bisexuate, însă ţepii perigonului sunt multiplicaţi într-o coroană de peri albi (asemănători cu firele de bumbac), care servesc la diseminare.

Puternic simplificate şi adaptate pentru polenizarea anemofilă sunt florile unisexuate de la *Carex* (Rogoz), un gen cu circa 2.000 specii cu areal geografic foarte extins. Florile ♂ şi ♀ se află în acelaşi spiculeţ (homostachyae) sau în spiculeţe diferite (heterostachyae), situate în unghiurile frunzelor purtătoare. Florile masculine n-au înveliş floral şi prezintă 3 stamine. Cele feminine, de asemenea, nude, constau dintr-un ovar cu 2 su 3 brazde (corespunzător cu cele două sau trei carpele concrescute), care se continuă cu 2 su 3 stigmate, situate în vârful unui stil lung. Ovarul este închis de jur împrejur de un săculeţ numit utriculă (utriculus), care apoi înveleşte şi fructul.

La genul arctic-alpin *Elyna*, florile şi respectiv inflorescenţele sunt şi mai mult reduse. Pe axul spiculeţului se află o floare inferioară feminină şi mai sus o floare masculină, fiecare cu câte o bracteolă. Bracteola florii feminine are marginile unite numai la bază, înveleşte floarea dar şi baza florii masculine de deasupra. Spiculeţele astfel alcătuite sunt grupate în spice terminale, ± alungite.

Familia se divide în două subfamilii.

Subfamilia *Scirpoideae* $* P_{3+3}A_3G_{(3)}$

Aici sunt încadrate ciperacee cu tulpina cilindrică sau trimuchiată. Ele prezintă încă flori bisexuate, pe tipul 3.

Încadrează genurile: *Scirpus, Schoenoplectus, Bolboschoenus, Isolepis, Trichophorum, Eriophorum, Eleocharis, Cyperus, Fimbristylis, Rhynchospora, Cladium, Schoenus.*

Genul **Scirpus** încadrează specia mai comună *S. sylvaticus* (Pipirig), care formează fitocenoze caracteristice în locuri umede-mlăştinoase din regiunea montană.

Genul **Cyperus** are circa 600 specii răspândite în zone calde ale globului. *C. papyrus* (Papirusul) creşte în zone mlăştinoase ale Africii, mai ales în bălţile Nilului. Din măduva acestuia, vechii egipteni au preparat celebra hârtie de scris (papirusul), pe care au lăsat mesaje posterităţii. *C. esculentus* creşte în zona mediteraneană şi Africa şi prezintă în sol rizomi cu îngroşări ca nişte tuberculi, comestibili. În zone temperat cresc: *C. fuscus* (Căprior oacheş), *C. glaber* ş.a. Ca plantă ornamentală de interior, în bazine acvatice, se cultivă *C. alternifolius* (Papirusul umbrelă).

Genul **Eleocharis** (Pipiriguţ) prezintă axe aeriene cilindrice şi frunze reduse la teci bazale: *E. palustris* ş.a. Formează fitocenoze caracteristice în terenuri mlăştinoase.

Genul **Eriophorum** (Bumbăcariţa) încadrează câteva specii frecvente în zone montane în mlaştini mezo- sau oligotrofe: *E. vaginatum*, *E. latifolium* ş.a.

Subfamilia *Caricoideae*

Aici sunt încadrate ciperacee cu flori unisexuate (fig. 490), fără înveliş floral, dispuse monoic sau dioic. Fructul, o nucă mică, este închis într-un săculeţ numit utriculă. Axele lăstarilor aerieni sunt 3-muchiate sau obtuz 3-muchiate, cu nodurile mai puţin proeminente decât internodurile, pline cu măduvă şi poartă numele de calamus.

$$♂ * P_0A_{3\,(2)}$$
$$♀ * P_0G_{\underline{(3\text{-}2)}}$$

Genul **Carex** (Rogozul) cuprinde 1500-2000 specii cosmopolite. În România se află circa 90 specii răspândite în toate zonele şi etajele de vegetaţie, imprimând uneori, prin numărul mare de specimene, caracterul fitocenologic al acestora.

Din modul cum sunt repartizate florile în spiculeţe, genul se divide în trei subgenuri: 1. Psyllophorae – cu flori dispuse într-un singur spiculeţ terminal (*C. pauciflora, C. davaliana, C. dioica* ş.a); 2. Homostachyae – cu spiculeţe bisexuate, la care, de regulă generală, florile mascule se află la vârful spiculeţului, iar cele feminine la bază (*C. curvula, C.vulpina, C. brizoides, C. praecox, C. ovalis, C. canescens, C. echinata* ş.a.); 3. Heterostachyae – cu spiculeţe unisexuate, cele masculine de obicei situate în vârful axelor, iar cele feminine sub acestea (*C. digitata, C. caryophyllea, C. sylvatica, C. pendula* ş.a.).

În stepă şi silvostepă se află: *C. caryophyllea, C. depauperata, C. hirta* ş.a. În păduri de foioase se întâlnesc: *C. sylvatica, C. pendula, C. brizoides, C. digitata, C. hirta* ş.a. În mlaştinile din regiunea de câmpie şi colinară cresc: *C. vulpina, C. spicata, C. acutiformis* ş.a. În mlaştinile montane şi subalpine cresc: *C. echinata* (*C. stelulata*), *C. canescens, C. flava* ş.a., iar în turbării oligotrofe: *C. pauciflora*, ş.a., în pajişti alpine: *C. curvula* (Coarna).

Deşi foarte numeroase şi cu specimene abundente, speciile de *Carex* au valoare furajeră foarte scăzută sau sunt lipsite de valoare furajeră. *Ciperaceae*- le împreună cu *Juncaceae*- le, atunci când apar în masă în pajişti umede sau înmlăştinite reprezintă un indiciu că aceste pajişti nu mai prezintă condiţii ecologice prielnice dezvoltării unor graminee şi leguminoase furajere valoroase.

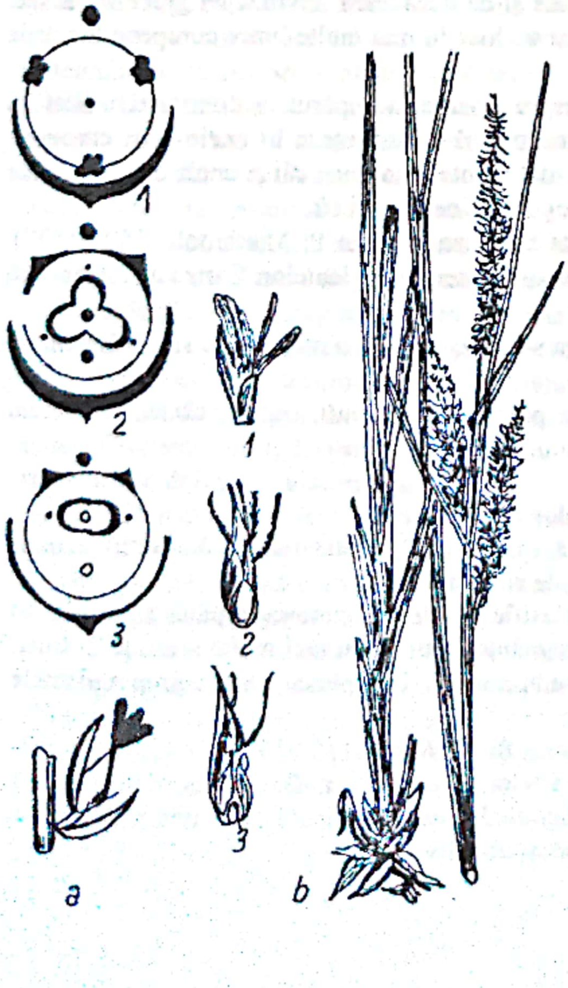


Fig. 490. a – Flori şi diagrame florale la *Carex sp.*: 1 – floare ♂; 2 – floare ♀ cu 3 carpele şi 3 stigmate; 3 – floare femelă cu 2 carpele, 2 stigmate şi diagramele corespunzătoare (1-3); b – *Carex inflata* – habitusul general al plantei cu 2 spice ♂ (în vârf) şi 2 spice ♀ (spre bază)

A. ISTORICUL SISTEMATICII ANGIOSPERMELOR (Antofitelor)

Stiința despre plante a început să se formeze cu circa 2.300 ani în urmă, deşi cunoştinţele despre plante s-au format şi acumulat încă de la începutul activităţii gospodăreşti a omului.

Întemeietorul botanicii clasice (Florografia) este considerat Theophrast (născut în anul 370 î.e.n.) elevul şi apoi prietenul lui Aristotel, cel mai remarcabil filosof al antichităţii. În lucrările sale: „Istoria adevărată a plantelor" (10 volume) şi „Despre cauzele plantelor" (8 volume), Theophrast a descris câteva sute de plante pe care le-a clasificat în: arbori, arbuşti, ierburi; în plante veşnic verzi şi plante cu frunze căzătoare; în plante spontane şi cultivate; plante cu flori şi plante care nu înfloresc. El a fost primul care a dat importanţă mediului în care creşte planta, ceea ce s-a numit mai târziu ecologia plantelor. În aceste lucrări sunt descrise plantele monocotiledonate şi dicotiledonate pe baza următoarelor criterii: consistenţa tulpinii, forma frunzelor şi forma florilor, inflorescenţele.

Pe măsură ce a crescut numărul de plante descrise, de numeroşi alţi botanişti de după Theophrast, a apărut necesitatea sistematizării lor, pentru ca oamenii să se poată înţelege între ei.

Până în sec. 19 istoria clasifisării lumii plantelor a fost total legată de plantele cu flori (antofitele). Plantele care se înmulţesc prin spori, atât inferioare cât şi superioare, au rămas puţin studiate şi cunoscute şi au fost ulterior grupate împreună în grupa sistematică numită *Cryptogamae* (fără înmulţire sexuată cunoscută).

Istoria multiseculară a sistematicii vegetale poate fi împărţită în patru perioade: Perioada descriptivă sau Sistematica utilitară; Perioada sistemelor artificiale; Perioada sistemelor naturale; Perioada sistematicii filogenetice.

1. Perioada descriptivă sau Sistematica utilitară

Este cea mai veche dar şi cea mai lungă perioadă din istoria sistematizării plantelor şi este legată de începuturile cunoaşterii şi utilizării acestora de către om.

La început, plantele au fost clasificate după utilizările lor în: alimentare, medicinale, textile, otrăvitoare.

Istoricul grec Plinius Secundus (Plinius cel Bătrân) (79-23 î.e.n.) a descris peste 100 plante, mai mult sau mai puţin importante omului, iar Dioscoride (sec. 1 î.e.n.) a grupat mai mult de 500 plante pe baza unor caractere morfologice.

După o lungă perioadă de stagnare, determinată şi de decăderea civilizaţiei greceşti, în sec. XV a fost redeşteptat interesul pentru botanică. Au fost traduse în mai multe limbi europene lucrările lui Theophrast, Plinius cel Bătrân, Dioscoride ş.a.

Au început să se înmulţească informaţiile despre plante, au apărut în diferite ţări cărţi cu desene ale plantelor, herbare etc. De asemenea, au început să se înfiinţeze în unele ţări europene (Italia, Franţa ş.a.) grădini botanice în care se cultivau atât plante autohtone cât şi unele aduse din alte zone ale globului, în urma intensificării expediţiilor geografice, negoţului etc.

Lucrările lui Dioscoride au fost completate de botanistul italian P. Matthiooli (1501-1577). Acesta a publicat în 1554 o carte de botanică cu numeroase desene ale plantelor. Cartea a fost tradusă în mai multe limbi europene până în sec. 17.

În perioada Renaşterii (sec. 14-16), Sistematica s-a dezvoltat ca o ramură de sine stătătoare a Botanicii.

Sistematica a avut şi are ca scop clasificarea plantelor în genuri, ordine, clase, mai târziu familii. Scopul final al Sistematicii este crearea sistemului lumii vegetale.

2. Perioada Sistemelor artificiale

Această perioadă se extinde între sec. 16-18 (până la C. Linné inclusiv). Sistematizarea plantelor se făcea pe baza unui criteriu morfologic ales de către botanist.

Italianul Andrea Caesalpino (1519-1603) a clasificat plantele cunoscute până atunci în 14 clase, care cuprindeau: arborii, arbuştii, plantele cu o sămânţă în fruct, cu mai multe seminţe în fruct. Aceasta a fost prima clasificare ştiinţifică pe baza principiilor lui Theophrast, care a grupat plantele după formele vitale în: arbori, arbuşti, ierburi.

Mai târziu apar clasificările botaniştilor englezi: R. Morison (1602-1684) şi J. Ray (1627-1705). Ei au clasificat antofitele pe baza structurii fructelor şi seminţelor. De la J. Ray ne-a rămas împărţirea angiospermelor în monocotiledonate şi dicotiledonate. Elveţianul A. Rivinus (1690) a publicat un sistem de clasificare al antofitelor pe baza alcătuirii florii.

Încă din sec. 16 naturalistul elveţian R. Hestner (1516-1565) şi francezul S. Clusius (1526-1609) au introdus în sistematică noţiunea de gen, încercând să o definească corect.

Întemeietorul ştiinţei despre gen la plante este considerat botanistul francez J. Tournefort. În sistemul său de clasificare, publicat în 1694, el a descris foarte corect 100 genuri de plante, dintre care multe sunt valabile şi astăzi.

Cea mai importantă pagină în Sistematica plantelor, a acestei perioade, a fost scrisă de naturalistul suedez C. Linné (1707-1778), reformatorul botanicii, aşa cum a fost denumit de Al. Borza.

În lucrarea sa de bază „Species plantarum" (1753), toate genurile de plante cunoscute până atunci au fost repartizate în 24 clase: 23 clase plante cu flori şi a 24 clasă plante fără flori (*Cryptogamia*). Pentru plantele cu flori, drept criteriu de grupare a acestora pe clase, au fost utilizate părţile reproducătoare ale florii (staminele şi carpelele), repartizarea lor în flori, raporturile între ele sau dintre acestea. Prin acest sistem, Linné a transformat botanica dintr-o ştiinţă aridă, greoaie, în „scientia amabilis" (ştiinţă plăcută, iubită atât de şcolari şi învăţaţi cât şi de publicul larg). Sistemul lui Linné, care cuprindea circa 10.000 specii, pentru epoca sa a reprezentat o mare realizare. Acum, însă, el mai are doar valoare istorică. Spre sfârşitul vieţii, însuşi Linné a recunoscut că sistemul său „este cel mai bun dintre sistemele artificiale, dar acesta este temporar". Pentru a depăşi unele inconveniențe, chiar Linné a propus „fragmente ale metodei naturale", adică luarea în considerare a mai multor caractere morfologice, aşa cum au făcut botaniştii de după el.

Linné este creatorul nomenclaturii binare a plantelor care îşi păstrează şi astăzi importanţa sa deplină. Fiecare specie este denumită cu două cuvinte, dintre care primul înseamnă genul, iar împreună cu al doilea denumeşte specia. Ex.: *Pisum sativum* L.

3. Perioada Sistemelor naturale (sfârşitul sec. 18 prima jumătate a sec. 19)

Sistemele naturale reprezintă o etapă superioară în dezvoltarea sistematicii, deoarece tind să grupeze plantele pe baza asemănărilor şi deosebirilor dintre mai multe caractere ale aparatului vegetativ şi reproducător.

Un rol însemnat în dezvoltarea ideilor despre sistemul natural al plantelor l-a avut M. Adanson, care a publicat în limba franceză o voluminoasă lucrare: „Familiile naturale de plante" (1763). După părerea lui „sistemul artificial este acela ale cărui clase nu sunt naturale, deoarece ele reunesc plante foarte îndepărtate unele de altele". Adanson a fost primul care a introdus şi caracterele organelor vegetative drept indici importanţi în sistematică.

Etapa următoare în dezvoltarea sistemelor naturale de plante a reprezentat-o prezentarea sistemului de clasificare al plantelor de către B. de Jussieu, profesor la Trianon (Franţa). El a organizat grădina botanică din acest oraş, în care pentru prima dată, plantele au fost aranjate după un sistem natural, cuprinzând 14 clase: la început au fost dispuse *Cryptogamae*- le (*Bryophyta* şi *Pteridophyta*), apoi urmau *Monocotiledonatae*- le, *Dicotiledonatae*- le şi *Gimnospermae*- le (considerate drept policotiledonate). Acest sistem a rămas numai pe teren şi nu a fost publicat de B. de Jussieu.

După 30 ani, A.L. de Jussieu (1748-1836) a publicat sistemul unchiului său, dar modificat, sub titlul „Genuri de plante, dispuse conform ordinii naturale". Pentru prima dată el a introdus ordinele naturale de plante, o categorie sistematică vaalbilă şi astăzi. Drept criteriu de clasificare, el a utilizat numărul şi dispoziţia părţilor învelişurilor florale, poziţia staminelor faţă de gineceul superior sau inferior, caracterele seminţelor etc. Păstrând împărţirea în Monocotiledonate şi Dicotiledonate, stabilită încă de J. Ray, A.L. de Jussieu a creat grupa ordinelor *Acotyledones* (Acotiledonate), în care a reunit Ciuperci, Alge, Hepatice, Muşchi, Pteridofite şi *Najadales* (Plante acvatice cu flori, ceea ce reprezintă o deficienţă a sistemului său).

Principiile promovate de A.L. de Jussieu, în crearea propriului sistem natural de clasificare, au avut o influenţă considerabilă în dezvoltarea sistematicii botanice. Au început să apară o serie de sisteme naturale, dintre care mai importante sunt cele elaborate de „dinastia" de Candolle, S. Endlicher, D. Lindley ş.a.

August Pyrame de Candolle, profesor la Geneva (Elveţia) a hotărât să facă ordine în acest „labirint imens" de diversitate a palntelor, a publicat descrierea sistematică a speciilor de Dicotiledonate în 7 volume, intitulată „Prodromus florae systematicae" (primul volum apărut în 1824, iar al 7-lea în 1829). Regnul vegetal a fost împărţit astfel:

A. Diviziunea *Phanerogamae*
  1. Cl. *Dicotyledoneae*

Subcl. *Thallamiflorae*[*]
Subcl. *Caliciflorae*
Subcl. *Coroliflorae*
Subcl. *Monochlamydeae*

2. Cl. *Monocotiledoneae*

B. Diviziunea *Cryptogamae*

În acest sistem au fost cuprinse 145 familii, printre care 10 de criptogame. Deşi este o clasificare pur morfologică, fără idei filogenetice, a fost mult apreciată la timpul său, datorită caracterului practic, utilitarist. El atribuia o mare importanţă metodei anatomice pentru clasificarea plantelor.

Fiul său, Alphonse de Candolle, geograf-botanist, care a moştenit catedrea tatălui său la Geneva (1841), a completat, împreună cu nepotul acestuia, Auguste, opera tatălui său, descriind amănunţit monocotiledonatele, dar şi multe familii de dicotiledonate.

Toate sistemele de până acum n-au putut să dea răspuns la două întrebări de bază în botanică:

- care sunt cauzele asemănării dintre diferite specii de plante;
- care este cauza diferenţelor dintre două familii botanice.

La aceste întrebări a răspuns mai târziu J.B. Lamarck (1744-1829) prin formularea teoriei „evoluţiei naturii organice". Acest principiu evoluţonist, insuficient documentat asupra cauzelor şi modalităţilor de desfăşurare, exemple insuficiente şi nu totdeauna judicios alese etc. de către Lamarck, a fost confirmat numai după publicarea lucrării lui Ch. Darwin „Originea speciilor" (1859), la circa un secol după „Species plantarum" a lui Linné. În lucrarea sa, Darwin a fundamentat şi documentat ştiinţific, cu numeroase exemple, principiul evoluţiei viului în natură, cauzele şi forţele care o determină.

Evoluţia, adică dezvoltarea în timp a vieţuitoarelor, de la mai simple la mai complexe, mai bine adaptate şi integrate în mediul de viaţă, prin variabilitate, ereditate şi selecţie naturală (sintagmă creată de Darwin) şi filogenia, adică descendenţa unui grup de vieţuitoare din altele, prin ramificare divergentă repetată (cladogeneză), inclusiv reconstituirea strămoşului comun (Darwin, 1859), a exercitat o influenţă covârşitoare în sistematica botanică, manifestată prin elaborarea sistemelor filogenetice. După Darwin „caracterele care demonstrează adevărata înrudire dintre specii sunt cele moştenite de la strămoşul comun, deoarece fiecare clasificare adevărată este genealogică, unitatea de origine comună este acea legătură ascunsă, pe care naturaliştii o caută în mod inconştient.

Cu câţiva ani înainte de publicarea operei lui Darwin, doi botanişti englezi, Josef Hooker şi G. Bentham au publicat o lucrare capitală, în mai multe volume: „Genera plantarum" (1865-1883). J. Hooker era fiul directorului grădinii botanice din Kew[+] (Kew-Garden, Londra). Cei doi, folosindu-se de expansiunea colonială a Angliei, au călătorit mult şi au concentrat la Kew- Garden colecţii imense din flora tropicală şi subtropicală, ceea ce a dat posibilitatea cunoaşterii unor genuri, specii şi familii noi de plante.

Lucrarea „Genera plantarum" era asemănătoare ca plan cu sistemul lui August de Candolle, dar era mult mai bogată în ceea ce priveşte numărul de plante descrise. Concepută înainte de apariţia „Originii speciilor", în lucrarea lui Hooker şi Bentham, sistemul de clasificare nu cuprindea încă ideile de filogenie şi evoluţie, pe de o parte pentru că amândoi evitau reprezentarea liniară, iar pe de altă parte nu s-au decis să creeze un arbore genealogic. În esenţă, sistemul celor doi avea la bază concepţia evoluţiei florii. Ei considerau florile lipsite de înveliş floral nu ca flori primare ci ca având origine secundară, prin reducerea învelişului floral până la dispariţie.

Sistemul lui Hooker şi Bentham este considerat ca o treaptă intermediară între sistemul natural al lui A. de Candolle şi sistemul declarat filogenetic al lui Bessy (1915), publicat în memorabilul său tratat „The phylogenetic taxonomy of flowering plants – Taxonomia Filogenetică a Plantelor Florifere"). Deşi plasarea frecventă a gimnospermelor între monocotiledonate şi dicotiledonate în sistemul lui Hooker şi Bentham este un anacronism, acest fapt nu afecteză modul cum au tratat antofitele (angiospermele). Ipoteza strobilară (a conurilor reproductive) în evoluţia florii angiospermelor este acum acceptată de majoritatea sistematicienilor.Această ipoteză datează de pe timpul lui Bessey (1897), care a interpretat conul feminin (strobilul gimnospermelor) ca o floare, în care frunzele sterile sunt clar separate de cele cu spori (sporofile).

---

[*] Cu staminele şi carpelele dispuse direct pe receptacul, înconjurate de înveliş floral

[+] Grădina Botanică din Kew (Kew-Garden) Londra publică prestigiosul periodic „Kew Bulletin"

4. Perioada Sistematicii filogenetice

Se desfăşoară neîntrerupt din a două jumătete a sec. 19 (ca reper poate fi luat anul apariţiei „Originii speciilor" (1859) de Ch. Darwin) până în zilele noastre.

Sistemul filogenetic de clasificare trebuie să prezinte grupele de plante într-o anumită succesiune (dar neliniară), din care să se evidenţieze atât evoluţia cât şi filogenia, ceea ce nu a reieşit din sistemele naturale.

Primul sistem filogenetic a fost creat de către A. Brown (1864), în care taxonii superiori reprezentau treptele evoluţiei.

Cercetările privind crearea sistemelor filogenetice de clasificare, asupra întregului regn vegetal sau asupra unor grupe mai restrânse, reprezintă un compartiment important al ştiinţei botanicii. După unele estimări, până în momentul de faţă au fost elaborate peste 30 sisteme filogenetice importante asupra regnului vegetal în ansamblu, sau care vizau anumite grupe mari ale acestuia.

Un sistem filogenetic de clasificare, cu caracter enciclopedist, a fost elaborat de botanistul-geograf neamţ A. Engler şi publicat în lucrarea „Syllabus der Pflanzenfamillien" Au apărut până în momentul de faţă 12 ediţii, iar în ultima ediţie, între vol I (1954) şi vol II (1964) au trebuit să treacă 10 ani (Tr. Ştefureac, 1973). La elaborarea acestor volume şi-au adus contribuţia cei mai importanţi botanişti germani ai timpului. Regnul vegetal, în această monumentală lucrare, a fost împărţit de A. Engler în 17 încrengături, dintre care numai 4 cuprind plantele superioare (terestre): *Bryophyta, Polypodiophyta, Pinophyta şi Anthophyta*. Antofitele (angiospermele) sunt divizate în două clase: *Monocotiledonatae* (cu 11 ordine) şi *Dicotyledonatae* (cu 44 ordine). Prelucrarea acestora este detaliată, ajungându-se până la genuri şi chiar specii. După cum reiese din acest sistem, monocotiledonatele sunt considerate antofite primare, iar dicotiledonatele derivate, mai evoluate, ceea ce nu mai corespunde concepţiilor actuale.

Asemănător cu sistemul lui Engler este sistemul lui R. Wettstein de la Viena, elaborat în 1901 şi publicat în 1935 sub forma unui arbore genealogic.

Engler şi Wettstein sunt consideraţi, pe bună dreptate, întemeietorii şcolii europene de sistematică filogenetică, la care au aderat numeroşi savanţi de renume din Europa.

Apariţia teoriei privind evoluţia florii a dus la modificări esenţiale în sistemele filogenetice asupra antofitelor.

Ca model iniţial al florii antofitelor se consideră o floare care se aseamănă mult cu strobilul (conul feminin) al gimnospermelor. Această floare ipotetică trebuia să prezinte următoarele caracteristici:

- un număr mare şi nedefinit al componentelor sale şi dispoziţia spiralată a acestora;
- părţile florii neconcrescute şi fără reduceri de componente;
- (ovar) gineceu cu poziţie superioară (flori hipogine);
- simetrie actinomorfă;
- polenizare anemofilă;
- prezenţa traheidelor şi absenţa vaselor (traheilor).

După stabilirea acestor criterii s-a pus problema găsirii strămoşului comun al tuturor florilor antofitelor, deoarece unele flori actuale prezintă caracteristici primar primitive, iar altele derivate, evoluate, conform cu legea „necorespondenţei morfologice".

A trebuit să se dea răspuns şi la alte câteva probleme de bază apărute:

- care dintre grupele de policarpice este mai primitivă (iniţială) şi care derivată, de superioritate;
- stabilirea cât mai corectă a criteriilor pentru ordonarea familiilor de la primitiv la evoluat;
- care este locul monocotiledonatelor în sistemul general al antofitelor;

Pentru rezolvarea acestor probleme au lucrat o serie de sistematicieni celebri: B. Kozo-Polianschi, N. Kuzneţov, N. Bush, A. Grossheim, A. Takhtajan (Uniunea Sovietică); A. Hallier, P. Pulle (Olanda); J. Hutchinson, Reyndle (Anglia); W. Rothmaler, E. Strasburger (Germania); Heinze (Scandinavia), R. Soó (Ungaria); M. Chadefaud, L. Emberger (Franţa) ş.a.

Aceste sisteme filogenetice clasice, care tratează numai angiospermele, sunt deosebite între ele şi există ca sisteme de sine stătătoare. Deosebirea dintre acestea arată lipsa de metode sigure de investigaţie precum şi goluri în ceea ce priveşte documentarea paleobotanică.

În concluzie, istoria sistemelor regnului vegetal în ansamblu sau numai asupra angiospermelor reflectă transformarea istorică referitoare la principiile clasificării.

În sistemele artificiale s-au ales pentru aceasta, arbitrar, anumite caractere conducătoare, ca de exemplu forma de creştere, raporturi numerice ale părţilor florii etc.

În sistemele naturale de mai târziu s-au luat în considerare un număr mai mare de caractere, aducându-se, astfel, unele îmbunătăţiri clasificării. Totuşi, multe grupe corespundeau, mai degrabă, treptelor de dezvoltare decât comunităţilor de descendenţă. Acestea erau sisteme formale.

După acceptarea principiului descendenţei, s-au interpretat, uneori în grabă, asemănările dintre grupe ca expresie a înrudirii. Apăreau astfel aşa numitele sisteme filogenetice clasice. Astăzi s-au conştientizat greşelile făcute, prin considerarea ca unităţi de descendenţă linii de dezvoltare paralele, convergenţe etc. O cauză a reprezentat-o şi insuficienţa materialului fosil.

Din această cauză, în sistemele filogenetice moderne se încearcă gruparea neamurilor pe o bază de cercetare şi investigaţii pluridisciplinare şi să se reconstruiască şi strămoşii acestora.

ÎN ROMÂNIA

Preocupări privind crearea unor sisteme de clasificare au avut următorii botanişti:

D. Grecescu, care a alcătuit un sistem natural de clasificare, în parte original, după A.L. Jussieu* şi l-a utilizat în lucrarea sa fundamentală „Conspectul florei României" (1898-1909).

Al. Borza (1925) a elaborat un sistem propriu de clasificare, însoţit de o reprezentare grafică sub forma unui arbore genealogic, asupra întregii lumi vegetale. Acest sistem a fost apreciat şi de venerabilul R. Wettstein de la Viena.

Th. Ştefureac (1968, 1970) a elaborat scheme filogenetice asupra filumului *Chlorophyta*; *Gamopetalae* din cl. *Dicotiledonatae* ş.a.

Al. Buia (1965) a prezentat probleme de clasificare filogenetică asupra unor clase de *Thallophyta* şi *Cormophyta*.

V. Ciocârlan (1982) a elaborat un sistem propriu, filogenetic, asupra întregului regn vegetal.

4.1. Sistemele filogenetice moderne

Sistemele filogenetice create de noua pleiadă de sistematicieni filogenetişti, mai ales în ultimele decenii ale sec. 20, sunt mai bune decât precedentele , dar, ca şi anterioarele, n-au fost terminate şi nici unul n-a fost unanim acceptat. Ca o noutate, la unele dintre aceste sisteme recente, au fost stabilite legături filogenetice-evolutive între ordine şi chiar familii ale angiospermelor.

O perioadă îndelungată de timp, clasificarea antofitelor, până la ordine, familii sau chiar genuri, a fost făcută pe baza structurii florii şi parţial pe baza altor organe generative (sământa, fructul) sau vegetative (frunza etc.).

Treptat, s-a ajuns la concluzia că pentru a realiza un sistem filogenetic cât mai complex şi care să corespundă tuturor cerinţelor, trebuie luate în considerare numeroase alte caracteristici macro- şi microstructurale ale organelor generative şi vegetative, precum macromorfologia şi anatomia comparativă, embriologia comparativă, morfologia polenului, a seminţei, serologia, fitochimia, compoziţia chimică a pereţilor celulari, studiul comparativ al semantidelor, cariologia, relaţiile gazdă parazit etc. Nu trebuie să lipsească însă dovezile paleobotanicii, tot mai numeroase, descoperite sau în curs de descoperire.

Toate informaţiile obţinute prin cercetările moderne, complexe, pluridisciplinare şi cu cât mai mulţi autori, ale grupelor de angiosperme, cu mijloacele şi metodele de investigaţie ale ştiinţei ultimelor decenii ale sec. 20 şi începutul sec. 21, trebuie integrate şi încorporate într-un sistem filogenetic coerent, care să reflecte cât mai complex această mare grupă de plante, cu deosebită importanţă pentru evoluţia şi diversificarea ciupercilor, insectelor, mamiferelor şi chiar a omului, prin noile surse de hrană oferite şi care susţine şi acum viaţa pe Terra.

4.2. Sursele şi metodele moderne de cercetare în sistematica filogenetică

a. Paleobotanica

Se bazează pe cercetarea complexă a fosilelor vegetale. Este recunoscut faptul că organismele nou formate pe parcursul evoluţiei, treptat cedează locul altora mai evoluate, mai adaptate, dar unele dintre ele nu dispar fără a lăsa urme. Acestea sunt resturile fosile, după a căror structură se poate judeca şi structura strămoşului. Trebuie avut în vedere, la analiza fosilelor, că formele-strămoş puteau să dea naştere, în acelaşi timp, la mai multe ramuri.

Materialul fosil (paleobotanic), cu informaţii despre diferite grupe de plante, a fost utilizat pentru prima dată de către E. Haeckel (1886). Descoperirile fosile, datorate lui D. Scott au făcut posibilă stabilirea unei legături între pteridifite şi plantele cu seminţe. Legătura dintre structura strobilului gimnospermelor şi floarea angiospermelor a putut fi stabilită abia după descoperirea fosilelor de *Bennettitales* (Wieland, 1906.).

---

* D. Grecescu a primit cartea lui A.L. Jussieu, „Genera plantarum", cadou de la C. Davilla, drept premiu de recunoştinţă pentru aptitudinile ca botanist (E. Ţopa, 1935)

Multe grupe de plante, care au existat pe Terra, şi care ar fi avut o mare importanţă pentru elucidarea dezvoltării istorice şi ale legăturilor adevărate de descendenţă dintre diferite forme de plante, nu au lăsat nici un fel de resturi care să confirme existenţa lor. De aceea, în sistemul filogenetic general apar hiatusuri sau linii întrerupte, care sugerează ipotetice legături de descendenţă.

Paleobotanica oferă, totuşi, singurele dovezi directe privind predecesorii unor grupe de plante precum şi formele originare. Datorită ei cunoaştem astăzi grupe cheie, atât de importante, deşi pierite, pentru înţelegerea evoluţiei, cum sunt: *Psilophytae*- le ca strămoşi ai *Pteridophytae*- lor; Progymnospermele ca grupă „rădăcină" a plantelor cu seminţe (spermatofite, fanerogame); a *Cordaitae*- lor ca grupă de pornire a coniferelor sau a *Pteridospermae*- lor ca predecesori ai *Cycadeae*-lor, *Bennettitatae*- lor şi angiospermelor (antofitelor).

Paleobotanicii trebuie să i se acorde mult mai multă importanţă în sistematica filogenetică a angiospermelor. În ultimele decenii ale sec. 20 au devenit disponibile cantităţi mari de informaţii despre polenul fosilizat, lemn şi frunze (cu evaluarea critică a caracterelor epidermei, stomatelor, nervaţiunii şi dinţii marginii). Recent, la acestea s-au adăugat şi un număr crescut de flori şi fructe fosilizate (Ehrendorfer, 1983).

Este foarte important pentru macrosistematica angiospermelor să se evalueze cât mai corect cronologia apariţiei diferitelor caractere, cum ar fi polenul monosulcat, apoi cel tripartit, miile de flori polimere spiralate, flori trimere, monochlamidee, înfăţişarea primilor taxoni şi distribuţia lor spaţială, co-apariţia monocotiledonatelor şi dicotiledonatelor, apariţia familiilor pantropicale în sedimentele terţiare timpurii din Alaska ş.a.

Vârsta şi distribuţia principalelor grupe de angiosperme şi a tipurilor florale

În a doua jumătate a sec. 20 au apărut un mare număr de lucrări asupra diferitelor organe ale angiospermelor fosilizate, aparţinând Cretacicului din Kansas, Potomac, Alaska - SUA; Skåne – Suedia (Dahlgren, 1983); Terţiarului din Groenlanda (Emberger, 1960). Această literatură se referă, în principal, la frunză, floare, fruct şi structura granulelor de polen, material fosil foarte important pentru înţelegerea morfologiei şi evoluţiei timpurii a angiospermelor. Deoarece, aceste investigaţii sunt restrânse numai la anumite locuri, nu există suficiente dovezi pentru a trage concluzii clare asupra modului cum arătau angiospermele ancestrale.

Evaluarea integrală a informaţiilor despre frunzele fosile şi nervaţia lor, fructificaţiile şi structura grăunciorilor de polen fosilizaţi, a oferit sistematicienilor posibilitatea de a-şi face o idee sumară şi incompletă despre posibilul curs al evoluţiei primare a angiospermelor.

Structurile florale asemănătoare, forme de frunze, modele de nervaţie şi granule de polen puteau să se dezvolte, independent, în diferite linii de evoluţie ale angiospermelor, încât căutarea unor concluzii clare întâmpină dificultăţi majore.

Există, acum, puternice dovezi că resturile de angiosperme, incluzând polenul şi frunzele, au apărut în înregistrările fosile din Cretacicul Inferior, în urmă cu circa 125 mil. ani. Angiospermele au evoluat în mod gradat, până când cantitatea lor de polen fosilizat a depăşit, ca număr, sporii de pteridofite şi polenul de gimnosperme, în Cretacicul Mijlociu, cu circa 90-100 mil. ani în urmă. În Senonianul târziu, probabil cu 70. mil. ani în urmă, angiospermele au înlocuit masiv pteridofitele şi gimnospermele în înregistrările de fosile (după R. Thorne, 1983).

Apariţia angiospermelor în Cretacicul Inferior a devansat două fenomene cu importanţă excepţională pentru lumea animală şi anume apariţia mamiferelor placentare la începutul Cretacicului Superior şi dispariţia dinosaurilor la sfârşitul Cretacicului.

În Senonianul târziu, câteva angiospeme fosilizate au devenit identificabile prin analogii şi extrapolări la familiile şi speciile actuale. Se estimează că, cel puţin, pentru 50. mil. de ani, evoluţia angiospermelor, în lipsa de forme identificabile, a rămas de neînţeles şi astfel, în imposibilitatea de a găsi linii filetice în clasificările filogenetice ale acestor plante. Dacă dosarul de fosile ar fi fost mai complet, sistemul de clasificare ar fi fost mult mai aproape de adevăr.

Cu toate acestea, clasificările filogenetice moderne elaborate de Cronquist (1981), Dahlgren (1980), Takhtajan (1980) şi Thorne (1981) sunt mult mai elaborate şi precise, în prezentarea legăturilor de descendenţă între ordine şi familii, decât cele prezentate de predecesori, care nu dispuneau de toate informaţiile şi abordările pluridisciplinare de astăzi.

Strămoşii angiospermelor (antofitelor)

Încercările de a găsi strămoşii direcţi ai angiosperemelor nu au dat rezultatele scontate, încât aceştia au căpătat o denumire ipotetică-protoangiosperme. Din ce în ce mai multe dovezi indică legături mai apropiate ale protoangiospermelor cu descendenţii pteridospermalelor (gimnosperme fosile) din Paleofiticul târziu şi Mezofiticul timpuriu (vezi fig. 492; 494), care aparţin la *Glossopteridaceae, Corystospermaceae, Caytoniaceae* şi *Peltaspermaceae* (Dahlgren, 1983).

După Retallak şi Dilcher (1981) fam. *Glossopteridaceae* a avut potenţial evolutiv şi a dus la apariţia carpelelor cu ovule bitegmice. Acestea au apărut din megasporofile purtătoare de ovule abaxiale, fiecare în jur de 1,5 mm lungime, cu structuri, care s-ar fi putut transforma parţial în integumente externe. Aceste structuri, prin analogie cu cele ce închideau parţial ovulele unor pteridosperme carbonifere, au fost denumite cupule.

Dacă angiospermele îşi au originea în *Glossopteridaceae*, care aveau aspectul unor tufe sau arbori mici, la fel se poate extrapola şi o posibilă derivare a antofitelor din *Caytoniaceae*, *Corystospermaceae* sau *Peltaspermaceae*. În acest context, se poate face o analogie între „fructificaţiile" caytoniene şi ovulele bitegmice ale angiospermelor (Stebins, 1974; Doyle, 1978, citaţi după Dahlgren, 1983).

În ultimele decenii au fost vehiculate speculaţii în legătură cu o origine polifiletică a angiospermelor, adică derivarea lor din mai multe grupe străvechi de gimnosperme. Astăzi există o convingere, aproape unanimă, că angiospermele, în ciuda diversităţii lor, reprezintă o grupare monofiletică, datorită unor caractere comune, care apar constant la toate antofitele, indiferent de situarea geografică a lor: carpele cu sutura caracteristică a marginilor în care sunt închise ovulele*; gametofiţi masculini şi feminini asemănători; fertilizarea dublă cu formarea endospermului secundar; tuburi ciuruite cu celule anexe. La acestea se adaugă separarea foarte clară a fosilelor angiospermice de toate celelalte fosile şi de gimnospermele cunoscute. Toate aceste aspecte sugerează faptul că angiospermele s-au dezvoltat pe o singură linie de evoluţie din gimnosperme străvechi, având astfel o origine monofiletică.

Distribuţia şi combinarea caracterelor la angiospermele actuale au conturat câteva concepte, clar definite, în raport cu care grupele sunt considerate primare (primitive) sau derivate (evoluate), mai ales în ceea ce priveşte evoluţia florilor lor.

Stadiul prefloral la angiosperme

Cel mai vechi tip de granulă de polen, posibil să aparţină unei plante angiosperme, este cel de la *Clavatipollenitis*, o fosilă din Apţian (Cretacicul timpuriu), cu o vârstă de circa 120 mil. ani. Aceste granule sunt foarte asemănătoare cu cele de la genul actual *Ascarina* tropicală din (Madagascar) din fam. *Chloranthaceae*, ord. *Piperales* (Müller, 1981). Această familie concentrează numeroase caractere primitive: prezenţa numai a traheidelor (lipsa vaselor, de exemplu, la *Sarcandra*, poate fi interpretată şi ca o reducere secundară); endosperm abundent şi embrion mic, formarea celulară a endospermului şi o floare foarte simplu construită. Floarea prezintă o axă lungă, cu mai multe verticile de componente florale, încât aceasta este interpretată ca o inflorescenţă. Prin scurtarea axei şi condensarea verticilelor au putut lua naştere florile tipice de angiosperme. Alţi sistematicieni au făcut o omologie superficială între o floare de *Magnoliaceae* şi inflorescenţa *Chlorantaceae*- lor, considerarată ca stadiul prefloral al angiospermelor (în lipsa florii complete fosilizate de la *Clavatipollenitis*).

Floarea polimeră cu componentele dispuse spiralat

După cei mai numeroşi sistematicieni filogenetişti, ca Arber şi Parkin (1907); Hutchinson (1926), Bailey, Swamy, Nast ş.a. (din anii 1940), floarea polimeră (pleiomeră) de tip *Magnolia*, cu părţile florale numeroase sau cel puţin nedefinite şi dispuse spiralat, este cea mai primitivă. De aceea, în sistemele filogenetice respective, studiul angiospermelor începe cu *Magnoliales*.

Alţi autori, ca de exemplu Dilcher (1979) au criticat şi respins ideea derivării florii angiospermelor de la floarea *Magnoliaceae*- lor. Bazat pe resturi fosilizate din Cretacicul timpuriu şi mijlociu, Dilcher admite că primele flori ale angiospermelor erau mici şi de regulă generală unisexuate. Posibilele flori feminine prezentau mai multe carpele dispuse în spirală, din care se formau polifolicule. Aceste resturi fosile au fost atribuite la *Crepites liriophylli* (datat cu circa 100 mil. ani în urmă) dar şi alte structuri denumite *Priscia reynoldsii,* aproximativ din aceeaşi perioadă. Aceste structuri ar ilustra originea florii angiospermelor de la sporofilele *Glossopteridaceae-* lor, dispuse spiralat, la care „fructificaţiile" polifoliculare ocupau o poziţie laterală.

---

*Datorită acestui fapt, denumirea mai corectă a acestui grup de plante ar trebui să fie „Angiovulate" în opoziţie cu cea de „Angiosperme", deoarece la formele iniţiale fructele se deschid şi eliberează seminţele, numai la formele derivate fructele nu se deschid şi seminţele se împrăştie odată cu fructele.

Totuşi, granulele de polen fosilizat, care aparţin Cretacicului timpuriu (de circa 120 mil. ani în urmă) corespund foarte bine cu granulele de polen de la *Magnoliaceae-* le actuale. Aceste fapt reprezintă un suport pentru viziunea clasică a florii polimere cu axă alungită, pe care se află dispuse spiralat: elementele periantului, stamine şi carpele numeroase (şi nedefinite) şi fructificaţii polifolicule dehiscente. Acestea corespund cu florile de la *Magnoliiflorae* actuale, considerate cele mai timpurii flori ale angiospermelor.

Floarea trimeră

La angiospermele actuale, florile trimere sunt relativ fixate la un grup mare cum sunt monocotiledonatele (cu excepţia lui *Paris* şi *Majanthemum* la care florile sunt pe tipul 4), dar şi la unele dicotiledonate dintre *Magnoliiflorae* cum sunt *Aristolochiaceae* şi *Annonaceae*. La alte *Magnoliiflorae*, tipul de organizare al florii poate prezenta variaţii, în timp ce la alte dicotiledonate din ordinele *Ranunculales, Papaverales, Polygonales, Fagales* ş.a., tipul general de organizare al florii este 3, dar şi cu unele variaţii ale numărului de componente florale, dar derivate de la 3.

După părerea celor mai numeroşi sistematicieni, florile trimere au apărut foarte de timpuriu (Cretacicul timpuriu, în Albian), independent la mai multe linii de evoluţie ale angiospermelor.

Tipul de origine al florii trimere sunt considerate Pro-*Magnoliiflorae-* le, din care, pe două linii de evoluţie, au derivat florile trimere ale monocotiledonatelor dar şi cele de la unele dicotiledonate erbacee. Este posibil, după cum au arătat studiile comparative ale lui Cocucci (1965), ca *Rafflesiaceae-* le (*Dicotiledonatae*) şi *Hydnoraceae-* le (*Monocotyledonatae*) să fi avut un strămoş comun cu *Aristolochiaceae, Proannonaceae, Annonaceae, Myristicaceae, Eupomatiaceae, Canellaceae*, care prezintă multe convergenţe morfologice şi biochimice.

Un argument în privinţa primitivităţii florii trimere a angiospermelor a adus Dilcher (1979) printr-o floare fosilă din formaţiunea Dakota-Kansas (SUA) cu periant 6-lobat, datată din Cretacicul timpuriu (cu circa 120. mil. ani în urmă). De asemenea, polenul fosil atribuit genului *Liliacidites* (Doyle, 1973), monosulcat şi cu reticulaţie polară proeminentă, este mult asemănător cu polenul monocotiledonatelor actuale.

Granulele de polen monosulcate, moştenite de la strămoşii gimnospermi, s-au păstrat atât la monocotiledonatele actuale cât şi la unele dicotiledonate şi astfel acestea reprezintă o trăsătură ancestrală comună a lor.

Totuşi, aceste granule de polen şi altele trichotomomonosulcate de monocotiledonate se consideră mai târzii decât alte tipuri monosulcate, care au aparţinut iniţialelor Pro-*Magnoliiflorae* (dintre *Dicotiledonatae*) (Dahlgren, 1981).

Florile trimere au apărut, fără îndoială, aproape în acelaşi timp cu florile pleiomere cu componentele dispuse spiralat, deci înainte de diferenţierea monocotiledonatelor (în perioada Albiana a Cretacicului timpuriu).

Toate aceste înregistrări fosile de polen, precum miile de flori monochlamidee, aduc argumente cu privire la înfăţişarea şi distribuţia iniţială a principalilor taxoni, dar, mai ales, cu privire la apariţia aproape sincronă a dicotiledonatelor şi monocotiledonatelor în Cretacicul timpuriu, dintr-un strămoş comun Pre-Magnoliiflor. Cele două tipuri de flori: pleiomere cu componente dispuse spiralat şi trimere monoclamidee au apărut în Cretacicul timpuriu şi prezintă caractere de primitivitate. Nu totdeauna se poate face o distincţie clară între florile cu componentele dispuse spiralat şi pseudoverticilele spiralate trimere, ceea ce dovedeşte originea comună a acestora din strămoşi primitivi Pre-Magnoliiflori.

Unii reprezentanţi fosili dintre monocotiledonate, ca de exemplu *Trichopus* (deseori plasat între *Dioscoreaceae*), fie datorită unui strămoş comun, fie din convergentă sau din amândouă motivele, prezintă caractere asemănătoare cu *Annonaceae-* le sau *Aristolochiaceae-* le ca: frunze peţiolate, nervaţie reticulată, flori tripartite, endosperm voluminos şi embrion mic.

Urme de frunze fosile, găsite în rocile bazale din Potomac (SUA) şi denumite *Acaciaephyllum*, au fost atribuite, totuşi, ca aparţinând monocotiledonatelor (Hickey et Doyle, 1977), care, deşi prezentau nervuri reticulate, principalele nervuri se întâlneau, însă, în vârful limbului, aşa cum este tipic pentru monocotiledonate.

Nu poate fi exclusă nici teoria neobişnuită a lui Bruger (1981), care prezintă argumente după care angiospermele ancestrale ar fi monocotiledonatele. Singurul argument împotriva acestei teorii este, probabil, lipsa formelor erbacee (tip predominant monocotiledonat) între gimnospermele fosilizate, din care au derivat primele angiosperme (Pro-*Magnoliiflorae*).

O altă linie de evoluţie de la Pro-*Magnoliiflorae*, cu flori iniţiale tripartite, în afară de cea care a dus către monocotiledonate, a dat naştere la strâns înruditele *Piperales* (*Lauraceae* şi *Piperaceae* încluzând *Peperomia*) şi *Nymphaeales* (*Cabombaceae, Ceratophyllaceae* şi *Nymphaeaceae*, încadrate împreună în supraord. *Nymphaeiflorae*). Legătura dintre cele două ordine este dată de perispermul specific. Strămoşii comuni au putut avea flori tripartite, mici sau de mărimi medii, ca la actualele *Cabombaceae*. Florile de la *Piperales*, deşi reduse ca dimensiuni în mod secundar, păstrează tipul 3 la androceu şi gineceu. În opoziţie cu acestea, florile de la *Nymphaeales* au crescut atât în dimensiuni (sunt flori foarte mari), dar şi ca număr al componentelor florale.

Separat de complexele *Magnoliiflorae-Nymphaeiflorae-Ranunculiflorae* (*Menispermaceae, Ranunculaceae*), florile tripartite sau hexapartite apar şi la alte dicotiledonate actuale ca *Polygonales, Juglandales, Fagales* etc. Fosilele găsite în depozitele din Skåne-Suedia (Skarby et Fiis, 1981, citaţi după Dahlgren, 1983) sunt hexapartite epigine şi se aseamănă cu cele ale actualelor *Myricanae* şi *Juglandaceae*, deşi sunt bisexuate.

Floarea monochlamidee sau achlamidee haplostemonă

Florile fosilizate monochlamidee sunt dovedite paleobotanic abia din Santonian (circa 80 mil. ani în urmă) din Cretacicul târziu, iar florile petalifere din Cenomanian (circa 100 mil. ani) din Cretacicul mijlociu. Deci, nu se poate afirma decisiv că grupele simple monochlamidee au dominat în Cretacic pe cele petalifere. Fries vorbeşte despre flori bisexuate, atât monochlamidee cât şi achlamidee, bi-, tri- sau hexamere, cu ginecee bi- sau tricarpelare şi cu ovule ortotrope care au fost descoperite la Skåne (Suedia), în Santonian-Campanian (cu circa 80 mil. ani în urmă). Diversitatea acestor tipuri, incontestabil anemofile, sugerează ideea că acestea existaseră şi înainte de aceste perioade.

Florile bisexuate de tip trimer de la *Polygonaceae* îşi au corespondentul în florile trimere unisexuate de la *Fagaceae, Corylaceae, Platanaceae*. La *Betulaceae* florile sunt dimere. Ehrendorfer (1977) susţine că aceste flori simplu construite sunt relativ primitive, aspect întărit şi de granulele de polen monosulcate. La *Polygonaceae* se poate urmări trecerea la floarea regulat trimeră (de la *Pterostegia*) la floarea cu 5 tepale, cu numărul staminelor dublate sau reduse ca număr, iar carpelele rămân 3 la număr.

Studiile morfologice asupra *Hamamelidaceae*- lor, *Platanaceae*- lor, *Betulaceae*- lor, *Fagaceae*- lor ş.a. au demonstrat unele tranziţii graduale între tipurile de flori entomofile şi anemofile. Acest fapt este interpretat ca o evoluţie regresivă, de la forme pentamere petalifere şi diplostemone, la forme mai simplu construite de la *Betulales* şi *Fagales*.

În cadrul *Hamamelidaceae*- lor, genurile *Hamamelis, Corylopsis*, cu flori petalifere polenizate prin insecte; genul *Fothergilla* are flori fără petale, dar cu staminele puternic colorate şi deci tot entomofilă; genul *Parothiopsis* nu are flori petalifere, dar atragerea insectelor se face prin frunzele superioare (de lângă flori) puternic colorate; genul *Rhodoleia* are flori fără petale, dar îngrămădite şi înconjurate de bractei colorate şi rigide, care asigură polenizarea prin păsări. La alte genuri ca *Trichocladus* şi *Sinowilsonia* florile sunt mult reduse în mod secundar şi polenizate prin intermediul vântului.

La *Caryophyllales* majoritatea florilor sunt monochlamidee. Dacă apar petale, acestea îşi au originea în staminodiile petaloide. Acest lucru a apărut independent la *Caryophyllaceae* şi *Aizoaceae*. Totuşi, nu este sigur dacă la *Caryophyllaceae* starea fără petale este ancestrală sau derivată.

Florile unisexuate simplu construite de la „*Amentiferae*", polenizate prin vânt, sunt interpretate ca derivate din tipuri ancestrale bisexuate tripartite de tipul *Polygonaceae*, deoarece în fiecare floare se află rudiment al celui de al doilea sex. Caracterul secundar al polenizării prin intermediul vântului se poate evidenţia şi la *Fraxinus excelsior, Hippuris, Thelygonum*, deoarece apropiate lor sunt şi cu flori petalifere cu polenizare zoofilă.

Din punct de vedere istorico-evolutiv, florile petalifere sunt documentate din Cenomanian (de circa 100 mil. ani), doar cu puţin mai târziu decât timpul când au apărut primele dicotiledonate cu polenul tricolpat. De aceea, este corect să acceptăm că toate celelalte flori simple, fără petale, au derivat din primele. Printre dicotiledonatele actuale se află împrăştiate atât flori petalifere cât şi fără petale.

Există dovezi că ambele cursuri evolutive şi anume reducerea florilor petalifere la flori fără petale sau flori cu petale apărute din staminodiile petaloide au avut loc repetat şi în mai multe linii evolutive ale angiospermelor. Deocamdată nu există studii critice comparative pentru a se explica apariţia ambelor tipuri de flori în cadrul aceleiaşi grupe de dicotiledonate.

Florile petalifere diplostemone sau haplostemone

Prima floare fosilă pentameră petaliferă a fost descrisă de Dilcher et Basinger (1980) şi datată din Cenomanianul timpuriu (cu circa 100 mil. ani în urmă). După descrierea autorilor, aceasta era actinomorfă, pentameră (inclusiv la gineceu), peri- sau hipogină, haplostemonă, cu carpele apropiate şi grăuncioare de polen tricolpate. Cupa receptaculară era groasă şi puţin adâncă (Dahlgren, 1983).

La puţin timp, Fiis et Skarby (1981) au descris diferite flori fosilizate din Santonianul Superior sau Campanianul Inferior (cu circa 80 mil. ani în urmă). Unele flori denumite sugestiv Scandinianthus (Früs et Skarby, 1982) reprezintă un tip mai evoluat. Erau epigine, obdiplostemone, bicarpelare şi cu două placente masive. Pe baza unor caractere florale (epiginia, placentaţia) acest gen a fost plasat într-o familie distinctă (*Vahliaceae*) sau în *Saxifragaceae*. Alte flori, descrise de cei doi autori, pentamere, hipogine şi haplostemone, prezintă asemănări, mai mult sau mai puţin pronunţate, cu *Saxifragaceae*- le actuale.

Majoritatea acestor flori, descrise de la Skåne-Suedia, sunt mici, de 2-3 mm lungime.

Granulele de polen fosil descrise se aseamănă cu cele de la *Ilex* (*Aquifoliaceae*) actual şi au fost denumite *Ilex pollenitis*. Acestea au fost datate din Turonian-Cretacicul Mijlociu (circa 90 mil. ani în urmă). Acest polen fosil pare să corespundă cu cel de la *Sapindaceae* (de circa 85 mil. ani) şi *Myrtaceae* (de circa 72 mil. ani).

Din păcate, fosilele de frunze oferă puţine indicii cu privire la evoluţia angiospermelor din Cretacicul timpuriu sau mijlociu.

Descoperirile fosile timpurii ale acestor flori petalifere pentamere ridică problema semnificaţiei acestui tip floral în evoluţia angiospermelor. Marea majoritate a florilor dicotiledonatelor actuale (cu excepţia *Magnoliiflorae- Nymphaeiflorae* şi a multor *Ranunculiflorae*) pot fi derivate de la un tip de bază floral, cu verticile pentamere (sau tetramere) care alternează pe un ax floral comun: periant din două verticile, unul sau două verticile de stamine, un verticil din 2-5 carpele.

Astfel de flori diplostemone (cu două verticile de stamine: extern, opus sepalelor şi intern opus petalelor) apar la numeroase familii actuale ca: *Rosaceae* (*Quillaja*), *Lythraceae* (*Lythrum*), *Hamamelidaceae* (*Disanthus*), *Droseraceae* (*Drosera*), *Burseraceae* (*Protium*), *Meliaceae* (*Melia*), *Simaroubaceae* (*Quassia*), *Sterculiaceae* (*Theobroma*), *Haloragaceae* (*Haloragis*) ş.a. (Dahlgren, 1983). Reducerea gineceului la o singură carpelă a avut loc la *Fabales* şi *Eleagnaceae*.

Flori pentamere obdiplostemone (cu două verticile de stamine: extern, opus petalelor şi intern, opus sepalelor), cu verticile izomere, apar la familii actuale, cum sunt: *Rutaceae* (Ruta), *Caryophyllaceae* (*Silene*), *Geraniaceae* (*Geranium*), *Crassulaceae* (*Sedum*), *Pyrolaceae* (*Pyrola*), *Saxifragaceae* (dar cu numai 2 carpele). Androceul obdiplostemon pare să fie rezultat, prin ajustări spaţiale, în floarea tânără în diferite linii de evoluţie ale angiospermelor. De aceea, importanţa acestui tip de androceu în clasificarea angiospermelor nu pare fundamentată.

Luând în considerare toate datele despre florile fosile şi mai ales apariţia florilor pentamere diplostemone sau obdiplostemone (sau haplostemone) în linii de evoluţie atât de diversificate, concluzia cea mai clară care se impune este că acest tip de floare este ancestral şi nu derivat, care să fi evoluat prin convergenţă din strămoşi atât de diferiţi.

În multe familii şi ordine actuale se poate urmări, în cadrul florilor, o tranziţie între florile diplo- sau obdiplostemone şi haplostemone. Astfel, la *Corylopsis, Linum, Samolus* (*Primulaceae*) haplostemonia este secundară, deoarece un verticil de stamine s-a transformat în staminodii. În opoziţie cu acestea, la *Apiaceae, Asteraceae, Aquifoliaceae, Celastraceae*, androceul este primar haplostemon, alcătuit de la început dintr-un singur verticil de stamine opuse sepalelor. La alte flori, cum sunt cele de la *Vitaceae, Rhamnaceae, Plumbaginaceae* ş.a. androceul este obhaplostemon, adică alcătuit dintr-un verticil de stamine dispuse opus petalelor.

Părerea generală este că toate aceste situaţii, descrise mai sus, de androceu haplostemon sau obhaplostemon se lasă derivate de la androceul diplostemon sau obdiplostemon, prin reducerea unui verticil de stamine. Descoperirea unei flori haplostemone fosile în Cenomanianul Mijlociu ar putea conduce, şi prin adăugarea de alte dovezi, la o concluzie contrară.

În concluzie, androceul, după cele mai numeroase şi avizate opinii, a evoluat de la cel primar pleiomer (nedefinit ca număr) cu dispoziţie spiralată → la cel diplostemon sau obdiplostemon →

pleiomerie secundară (cu dezvoltarea centrifugală sau centripetală), ca o adaptare la un anumit tip de polenizare.

Periantul dublu al florii, de regulă generală, este diferenţiat în sepale şi petale. Sepalele se aseamănă cu frunzele vegetative mult simplificate, în vreme ce petalele diferă de sepale prin formă, culoare, nervaţie şi structură. Adesea se consideră, de către unii morfologi, că sepalele şi petalele au origini diferite: sepalele din bracteile foliare, iar petalele din staminodii petaloide. Această ipoteză este atacată de alţi numeroşi filogeneticieni, care nu o consideră, în general, corectă.

Floarea cu androceu pleiomer non-spiralat

Între tipurile de flori fosilizate din materialul provenit de la Skåne-Suedia, datat din Santonianul Superior sau Campanianul Inferior, a atras atenţia unul cu 15 stamine în verticil şi gineceu 3-locular, sugerând o afinitate cu *Theiflorae* actuale.

Androceu pleiomer se întâlneşte la mai multe ordine de dicotiledonate actuale (în afară de *Magnoliiflorae*). Considerarea acestui androceu ca primitiv devine din ce în ce mai dubioasă. Corect este ca acesta să fie interpretat ca derivat din cel diplostemon sau haplostemon. Aceasta se realizează prin activarea primordiilor staminelor din receptacul şi astfel se măreşte, centrifugal sau centripetal, numărul acestora.

Între monocotiledonate, grupele cu androceu şi gineceu pleiomer (*Alismatales, Arecales* ş.a.) au fost considerate mult timp ca forme primitive. Cercetările ulterioare au dovedit că poliandria este secundară şi a provenit dintr-un androceu diplostemon, prin dezvoltarea centrifugală sau centripetală. Androceu pleiomer derivat se mai întâlneşte şi la alte monocotiledonate ca *Amaryllidaceae* (*Gethyllis*), *Poaceae* (*Ochlandra*), *Velloziaceae* (la care se află 6 fascicule din câte 3 stamine, care au derivat din starea de 3+3 stamine, caracteristică pentru majoritatea monocotiledonatelor).

La dicotiledonate, starea ancestrală a androceului şi gineceului este cea de la *Magnoliiflorae* şi *Ranunculiflorae*, în care staminele şi carpelele sunt numeroase sau cel puţin nedefinite ca număr şi dispuse spiralat pe receptaculul alungit. Există, însă, alte grupe unde androceul pleiomer, dar cu dispunere non-spiralată, a apărut în mod secundar pentru a se produce o mai mare cantitate de polen (Gottsberger, 1977). Deseori, această stare secundară este corelată cu o creştere în dimensiuni a florii (*Paeoniales, Theales*) şi cu o dezvoltare centrifugală (mai rar centripetală) a numărului mai mare de stamine, din zonele meristematice ale receptaculului.

Grupele cu androceu pleiomer secundar non-spiralat cu dezvoltare centrifugală includ *Theales*, multe *Malvales, Dilleniales, Paeoniales*, multe *Cactales*, anumite *Violales* (*Flacourtiaceae*), *Mimosaceae, Capparales* (*Capparaceae* şi *Gyrostemonaceae*). Filamentele staminelor, de regulă generală, sunt libere, uneori concrescute (la unele *Rutales, Hypericales*) ş.a. În schimb, la majoritatea *Myrtaceae*- lor, *Sonneratiaceae, Punicaceae* (ord. *Myrtales*), unele *Rosaceae*, androceul pleiomer are o dezvoltare centripetală.

Deoarece, în unele grupe cu androceu pleiomer există şi numeroase genuri cu androceu diplostemon sau haplostemon se consideră că situaţia pleiomeră non-spiralată a derivat în mod secundar, din cea diplostemonă sau haplostemonă. Dezvoltarea centrifugală sau centripetală a androceului pleiomer secundar nu are o valoare filogenetică.

Toate aceste constatări conturează concluzia că androceul pleiomer cu dispoziţie non-spiralată a apărut în mod secundar, independent, la mai multe grupe de dicotiledonate şi monocotiledonate.

b. Macromorfologia comparativă

Cercetarea comparativă a morfologiei unor specii, genuri etc., deşi folosită din cele mai vechi timpuri pentru stabilirea asemănărilor sau deosebirilor şi respectiv a înrudirii şi descendenţei unor grupe din altele, continuă să fie şi astăzi una dintre cele mai importante surse pentru sistematica filogenetică.

În perioada dominării sistemelor artificiale se lua în considerare morfologia unui singur organ, rareori două. La elaborarea sistemelor naturale de mai târziu se analizau caracterele morfologice ale mai multor organe vegetative şi reproducătoare. Se considera că înrudirea între grupe este mai mare cu cât criteriile de asemănare erau mai numeroase.

Mai târziu s-a stabilit că asemănarea morfologică este determinată de condiţiile de viaţă asemănătoare şi se ajunge la convergenţă morfologică, ca, de exemplu, aspectul cactiform al speciilor din diferite familii botanice: *Cactaceae, Amaryllidaceae, Euphorbiaceae* etc, care trăiesc în condiţii de viaţă deşertice de pe diferite continente.

Problema cea mai mare în utilizarea acestei metode o reprezintă deosebirea caracterelor analoage (de convergență) de cele omoloage (cu aceeaşi origine) ale diferitelor organe. Pentru sistematica filogenetică au valoare numai caracterele omoloage, deoarece dau indicii despre legăturile de rudenie între grupe de plante.

Pentru ca această metodă să nu-şi piardă actualitatea, trebuie să fie evolutivă, adică structurile trebuie studiate în dezvoltare (atât ontogenetică dar şi filogenetică) dar şi funcțională (adică evidențierea legăturii între structură şi funcție).

Morfologia clasică, adică studiul comparativ exterior al organelor plantelor şi apoi al plantei în întregime, trebuie să devină modernă. Aceasta presupune nu studii superficial-descriptive ci analize critice, comparative, cu largi deschideri spre grupe de plante din alte zone geografice sau ecologice. Plantele respective se pot aduce din toate zonele globului şi cultiva, sub supravegherea specialiştilor, în parcuri dendrologice, grădini botanice etc. Datele despre ontogenia lăstarului, a sistemului radicular, ale componentelor florii, polenului, fructului în complexitatea sa, a seminței (formă, tegument seminal etc.) pot contribui la macrosistematică, adică la ierarhizarea taxonilor într-un sistem care să reflecte ordinea naturală de apariție şi de evoluție a grupelor de plante.

În cadrul florii, cu componente structurale mai conservatoare decât organele vegetative, se va analiza comparativ: periantul şi modul de organizare; androceul cu toate aspectele legate de numărul, dispoziția (spiralată sau non-spiralată), raporturile dintre stamine sau dintre acestea cu celelalte componente ale florii; gineceul (polimer sau monomer, poziția hipogină, perigină sau epigină, choricarp sau sincarp, numărul de ovule în loculi etc.).

Una dintre problemele centrale ale macrosistematicii este de a cântări şi corela caracterele diferențiale variate şi direcțiile de evoluție, cu scopul de a delimita principalii taxoni şi de a-i aranja într-un sistem ierarhic. Un excelent exemplu l-au dat, în acest sens Dahlgren et Clifford (1982) prin folosirea diagramelor sistematice la monocotiledonate. Distribuția de caractere este prezentată prin utilizarea numeroaselor abordări numerice.

c. Anatomia şi palinologia comparativă

Anatomia organelor plantelor oferă date foarte importante celor care se ocupă cu sistematica antofitelor. Informații foarte utile le oferă anatomia xilemului secundar la formele lemnoase şi erbacee, cu tipurile de vase lemnoase scalariforme sau simplu perforate până la vasele cele mai perfecționate sub formă de tuburi capilare. La frunză se studiază nervația, trichomii, tipurile de stomate şi ontogenia lor, tipul de zimțare a marginii, anatomia pețiolului etc. La floare se studiază anatomia părților florii (periant, androceu, gineceu), placentația în evoluție de la cea masivă la cea specializată, dezvoltarea anterei, a polenului, anatomia fructului, a seminței. În ultimul timp prezintă interes anatomia pedunculului, respectiv a pedicelului florilor.

Palinologia comparativă atât asupra formelor fosile (din Precuaternar), subfosile (din Cuaternar) cât şi a angiospermelor actuale a avut un impact puternic asupra clasificării antofitelor.

Datele palinologice trebuie, însă, corelate cu informațiile morfo-anatomice, embriologice, fitochimice, serologice etc. Polenul cu doi nuclei este considerat primordial în raport cu trei nuclei (derivat).

În România s-au conturat două şcoli palinologice: cea de la Cluj-Napoca, condusă de acad. E. Pop şi specializată pe studiul polenului subfosil şi fosil; şcoala de la Universitatea din Bucureşti, condusă prof. de I. Tarnavschi, orientată spre studiul polenului angiospermelor actuale (dicotiledonate şi monocotiledonate).

Pe baza tuturor acestor date, unele familii au fost extinse prin adăugarea de noi genuri, alte familii au fost dezmembrate, unele genuri au primit rang de subfamilie sau chiar familie distinctă. Astfel, s-a propus şi a fost acceptată separarea fam. *Paeoniaceae* de *Ranunculaceae*; a fam. *Trapaceae* de *Onagraceae* etc. Angiospermele au evoluat din forme inițiale *Magnoliales* cu polen, de regulă generală, monocolpat şi din *Ranunculales* cu polen dominant tricolpat.

Studiul complex al arbustului lianoid din Australia şi denumit *Austrobayleia scandens* a dus la concluzia că acesta reprezintă un monotip primitiv, în ceea ce priveşte trăsăturile anatomice ale organelor vegetative şi reproducătoare, în corelație cu polenul anasulcat arhaic (Endress 1980). A fost, astfel, creată familia primitivă, de sine stătătoare, *Austrobayleaceae*, intermediară între *Laurineae* şi *Annonineae*.

Şi în cadrul *Berberidaceae*- lor, cercetările palinologice comparative relevă deosebiri între polenul formelor lemnoase (*Berberis* şi *Mahonia*) şi al celor erbacee (*Leontice* şi *Ranzania*). Ca o consecinţă au fost create subfamilii distincte, iar *Nandina* a fost izolată de celelalte ca o familie distinctă.

Studii ale polenului, corelate cu morfologia florală, au dus la extinderea ord. *Malvales* cu familii din ord. *Violales* (*Bixaceae, Cochlospermaceae*) sau din *Theales*.

Într-un studiu al morfologiei polenului genurilor străvechi: *Tetracentron, Trochodendron, Euptelea, Cercidiphyllum* (din Asia de Est), Proglowschi (1973) a găsit similarităţi de structură şi anume aranjamentul 3-zonocolpat al aperturilor, forma şi structura microreticulată a exinei etc. Pe baza acestor caracteristici R. Thorne (1983) a încadrat genurile respective în subord. Trochodendrinae al ord. *Hamamelidales*, supraord. *Hamamelidiflorae*.

Tot pe baza morfologiei granulelor de polen *Fabaceae*- le sunt considerate subord. *Fabineae* cu poziţie intermediară între *Rutineae* şi *Sapindineae* din *Rutiflorae*.

Un studiu palinologic foarte important a realizat Ferguson (1977) asupra *Cornaceae*- lor şi genuri înrudite. Pe baza acestui studiu, genul *Aucuba* este tratat într-o familie monogenerică distinctă; unele genuri rămân la *Cornaceae* (*Cornus, Curtisia, Mastixia*), iar alte genuri (*Kaliphora, Melanophylla, Grevea* şi *Montinia* (din zona Africa-Madagascar) sunt scoase dintre *Cornaceae* şi, ca o subfamilie distinctă: *Montinioideae* sunt încadrate la familia *Saxifragaceae*.

Cercetări morfologice, fitochimice şi de morfologie a polenului au dus la lărgirea sferei de cuprindere a familiei, altădată monogenerică *Adoxaceae*. Pe lângă *Adoxa*, în această familie au fost incluse de către unii filogenetişti, genurile: *Sambucus* şi *Viburnum* (până acum încadrate la *Caprifoliaceae*); *Sinodoxa*, descoperit la mari înălţimi (800-4100 m) în munţii din China; *Tetradoxa*, tot din China (numită anterior *Adoxa omoiensis*). Astfel, după ultimele regrupări şi reconsiderări, fam. *Caprifoliaceae* cuprinde subfamiliile: *Caprifoliodeae; Adoxoideae* (cu genurile *Adoxa, Sinodoxa, Tetradoxa* şi *Sambucus*); *Viburnoideae* (cu *Viburnum*) apropiate de *Cornaceae* în supraord. *Corniflorae* (Thorne, 1983).

În cadrul monocotiledonatelor, D. E. Stone et al. (1981) au oferit date convingătoare, rezultate din analizele de polen, pentru ridicarea la rang de familie a *Costoideae*- lor din *Zingiberaceae*, aşa cum a sugerat anterior Tomlinson (1962). Noua familie *Costaceae* se caracterizează prin faptul că cele patru genuri ale sale sunt singurii taxoni din cele 8 familii ale ord. Zingiberales, supraord. Commeliniflorae, care nu au polen rezistent la acetoliză. La acest criteriu se mai adaugă: absenţa celulelor cu uleiuri aromatice, frunze dispuse altern (spiralat), aparat ligular diferit, absenţa staminodiei laterale, diferenţe în anatomia limbului şi peţiolului frunzei, a pedunculului florii, structura trichomilor, distribuţia în organele vegetative a cristalelor de silice.

Toate informaţiile prezentate mai sus arată câmpul larg de investigaţie pe care îl oferă palinologia în sistematica filogenetică. Propunerile de noi restructurări în cadrul unor taxoni, mai mari sau mai mici, urmează să fie confirmate şi prin alte investigaţii la nivel macro- sau microstructural.

d. Embriologia comparativă

Cercetările embriologice comparative s-au dovedit foarte utile, dar coroborate cu date de morfologie şi anatomie florală, pentru descrierea relaţiilor dintre familii sau ordine diferite ale angiospermelor. Aceste informaţii de embriologie se referă la structura ovarului şi ovulului, placentaţie, tipul de sac embrionar, poziţia arhesporului, suspensorul, embrion drept, embrion curbat, tipul de formare al endospermului (nuclear-celular-helobial), prezenţa sau absenţa perispermului, cotiledoanele, gametofiţii, raporturile dintre endosperm şi embrion (endosperm voluminos cu embrion mic-caracter primar; embrion mare cu endosperm mic sau lipsa endospermului – caracter derivat), corelaţia dintre componentele chimice ale tubului polinic (de ex. caloza) şi alte caractere embriologice etc.

Studiind embriologia comparativă la două familii: semiparazitele *Loranthaceae* şi holoparazitele *Hydnoraceae*, A. Cocucci (1983), a prezentat dovezi privind originea, dintr-un strămoş comun, a *Hydnoraceae*- lor cu *Annonaceae, Aristolochiaceae* şi *Rafflesiaceae* şi nu înrudirea directă cu *Rafflesiaceae* şi *Aristolochiaceae*.

Alte date embriologice comparative reliefează legăturile dintre *Cornales, Dipsacales* şi *Ericales*, precum şi o altă distribuire a familiilor *Bromeliiflorae*- lor. Tratatul, în cinci volume, asupra embriologiei comparative ale plantelor cu flori (Yakovlev, 1981), cu informaţii extrem de utile, va fi de mare ajutor în sistematica filogenetică (Dahlgren, 1983).

e. Morfologia comparativă a seminţei

Deşi au fost publicate numeroase contribuţii, datele despre morfologia seminţei nu s-au bucurat de mare atenţie din partea filogeneticienilor. După publicarea monumentalei opere „Seminţele dicotiledonatelor" de Corner (1976), filogeneticienii au arătat un mai mare interes pentru morfologia comparativă a seminţei şi utilizarea informaţiilor respective în stabilirea afinităţilor sau divergenţelor dintre diferite familii sau ordine. Aceste date trebuie corelate cu informaţii biochimice (producerea de metaboliţi secundari, uleiuri aromatice), fiziologo-ecologice (ca de exemplu relaţia gazdă-parazit) etc.

Pe baza tuturor acestor informaţii s-au făcut regrupări şi redistribuiri ale unor familii şi ordine, după cum urmează: *Actinidiaceae* şi *Stachyuraceae* au fost plasate în *Thealeanae*; *Euphorbiaceae* şi *Thymelaeaceae* sunt strâns legate cu *Malvales*; *Rhamnaceae* cu *Elaeagnaceae* şi scoaterea *Vitaceae*-lor dintre *Rhamnales* şi încadrarea la *Cornales*; legătura dintre *Elatinaceae* şi *Hypericaceae*; a *Juglandaceae*- lor cu *Anacardiaceae*- le; plasarea *Salicaceae*- lor lângă *Tamaricales* (Thorne, 1983).

Bouman et Schier (1979) au studiat ontogenia ovulului şi a învelişului seminţei la *Gentiana*. Au evidenţiat caracteristica structurală a stratului exterior al învelişului seminţei, comun la toate *Gentianales*, dar lipsind la laţi taxoni superiori. Pe această bază, autorii au întărit concepţia despre caracterul unitar al *Gentianales*, în care au inclus şi *Rubiaceae*- le.

Caracteristicile dezvoltării ovulului şi a seminţei la *Linaceae, Geraniaceae* şi *Tropaeolaceae* au impus scoaterea *Tropaeolaceae*- lor dintre *Geraniales* şi încadrarea lor la *Capparales* (Boesewrikel et Been, 1979). Un alt argument pentru această plasare a adus Dahlgren (1975) pe baze biochimice, adică producerea de glucosinolat la ambii taxoni.

El-Gazzar et El Fiki (1977), pe baza integrării datelor de morfologie a seminţei cu informaţii biochimice (prezenţa alcaloizilor, a substanţelor aromatice), sensibilitatea la anumite rugini (*Uromyces*) etc. au sugerat că *Mimosoideae* şi *Caesalpinioideae* sunt mai apropiate una de alta decât de *Fabinoideae* (*Papilionatae*), iar exoticele *Swartzieae* ar trebui scoase de la *Caesalpinioideae* şi încadrate la *Papilionatae*, pe baza prezenţei substanţelor aromatice (Thorne, 1983).

f. Fiziologia şi ecologia comparativă

Acestea includ relaţiile gazdă-parazit, apariţia şi distribuţia geografică în spaţiu şi timp a taxonilor respectivi.

Relaţiile gazdă-parazit, insectă fitofagă-plantă au fost evaluate de mai mulţi autori (Dahlgren, 1979); Saville, 1979; Thorne, 1979) ca având o valoare potenţială pentru stabilirea relaţiilor filetice dintre anumiţi taxoni (se exclud dintre acestea infecţiile masive, colonizări întâmplătoare etc.).

Legăturile dintre diferite ciuperci parazite sau insecte fitofage cu anumite specii sau organe de angiosperme au fost stabilite de Thorne în 1979: *Exobasidium* şi *Chrysomyces* cu *Theaceae, Symplocaceae, Aquifoliaceae, Ericaceae*; rugina grâului (*Puccinia sp.*) şi mălura (*Tilletia sp.*) cu *Commelinales*; specii de *Plasmodiophora* cu specii de *Alismatales*; alte specii de *Plasmodiophora* şi *Puccinia coronata* cu specii de *Elaeagnaceae* şi *Rhamnaceae*; gândacii de frunze (*Chrysomelidae*) care se hrănesc exclusiv cu specii de *Zingiberales* şi *Commeliniflorae*; afidele care trăiesc numai pe *Aceraceae, Hippocastanaceae* şi *Sapindaceae*; larvele unui fluture australian ce se hrăneşte numai cu anumite plante.

Ciupercile parazite şi insectele fitofage, de numeroase ori, se pot dovedi excelenţi microchimişti, deoarece furnizează informaţii despre anumiţi compuşi biochimici pe care îi sintetizează diferite specii de angiosperme. Multe micromicete sunt specializate extrem de strict pe anumite gazde. Exemplu, *Puccinia scandinavica* este strict legată de *Epilobium alpinum*, în timp ce *E. nutans* este parazitat de *Puccinia epilobii*. Numai parazitul permite separarea şi identificarea precisă a celor două specii de *Epilobium*. *Anthoxanthum odoratum* din Alpii Orientali elveţieni se deosebeşte de cel din zona de şes doar prin sensibilitatea sa la o anumită rugină (*Puccinia sardonensis*) (după Emberger, 1960).

Una dintre relaţiile gazdă-parazit, cu puternice implicaţii filetice a fost publicată de Holm (1969) şi completată de Meèuse (1975) (citaţi după Thorne, 1983). Specii de *Salicaceae* şi *Idesia polycarpa* (*Flacourtiaceae-Violales*) sunt gazde pentru ruginile din genul *Melampsora*. Apropierea dintre cele două familii este întărită şi prin caracteristici morfologice (frunze asemănătoare cu dinţi salicoizi, stipule şi nervaţie actinodromă) dar şi embriologie şi biochimie. Pe această bază Thorne (1983) a redus ord. Salicales la subord. *Salicineae* şi împreună cu înruditele *Tamaricineae* le-a încadrat în ord. *Violales*, supraord. *Violiflorae*.

El-Gazzar a sugerat reorganizarea familiilor şi subfamiliilor de *Rosaceae* pe baza sensibilităţii lor la specii de rugină. Astfel, *Spiraeoideae* şi *Maloideae* sunt sensibile la rugina *Gymnosporangium*;

Prunoideae la *Tranzschelia* şi *Thekospora*; *Rosoideae* la *Phragmidium*. Genul *Dryas* trebuie să fie transferat de la *Potentilleae – Dryadinae* la *Cercocarpeae*, iar *Chrysobalanoideae*, neatacată de nici o rugină, să fie ridicată la rang de familie distinctă.

Aceste exemple determină pe filogeneticieni să susţină că reacţiile similare la atacul unor ciuperci fitopatogene sau insecte fitofage şi mecanismul imunitar asemănător este un indiciu al legăturilor de rudenie dintre taxonii respectivi. Este, de asemenea, stabilit că reprezentanţii unor grupe taxonomice înrudite manifestă o rezistenţă (imunitate) la atacul unor agenţi fitopatogeni sau dăunători şi că aceste proprietăţi ale lor se transmit ereditar.

Metoda geografică sau florogenetică urmăreşte determinarea timpului şi locului apariţiei complexelor floristice şi a speciilor alcătuitoare în funcţie de anumiţi factori naturali de mediu.

Toate aceste informaţii trebuie integrate într-un complex de caracteristici morfologice, anatomo-fiziologice, biochimice etc. pentru a putea fi de folos în sistematica filogenetică.

g. Serologia

Descoperirea reacţiilor serologice, cu corolarul lor, reacţiile de precipitare, au avut loc într-un laborator austriac (Kraus, 1897). După doi ani (Bordet, 1899), reacţiile serologice de precipitare au fost utilizate pentru cercetări comparative la păsări. Metodele serologice pentru clarificarea raporturilor de înrudire la animale se sprijină pe faptul că albumina străină (antigen) A, injectată la animale de experienţă, determină formarea de anticorpi. Antiserul obţinut din sângele de animal dă cu albumină (antigen) A o reacţie puternică de precipitare. Cu altă albumină B, reacţia de precipitare este cu atât mai puternică cu cât albuminele A şi B sunt mai asemănătoare.

Mult mai târziu metoda serologică a fost utilizată şi în taxonomia vegetală (Fairbrothers et al., 1975; Smith, 1976; Fairbrothers, 1983).

Valoarea acestor cercetări serologice pentru sistematica plantelor a fost evidenţiată prin studiile lui C. Metz şi studenţii săi la un laborator de la Institutul de Botanică, Universitatea din Königsberg-Germania (Fairbrothers, 1983).

În SUA cercetări sistematice privind serologia la plante a efectuat Chester (1937). În Europa cercetări serologice la plante au început prin anii 1950. Acestea ilustrează faptul că rezultatele serologiei au fost mult mai des utilizate pentru a evalua şi compara unele semantide (respectiv proteinele) în scopuri taxonomice decât alte tehnici chimice.

Esenţa metodei serologice la plante constă în formarea în plantă a unor antideterminanţi (analogi cu anticorpii de la animale) ca reacţie la introducerea în corpul plantelor a determinanţilor (antigenii de la animale).

Determinanţii reprezintă regiuni din molecula de proteină, alcătuită din 10-20 aminoacizi, încât o astfel de proteină conţine mai mulţi determinanţi diferiţi. Aceşti determinanţi sunt capabili să iniţieze în corpul plantei producerea de antideterminanţi. Părţile din plante cel mai des folosite pentru extragerea de determinanţi sunt seminţele şi polenul.

Dintre mai multe tipuri de reacţii serologice, reacţia de precipitare dintre determinanţi şi antideterminanţi este cea mai utilizată în cercetările comparative, privind serologia plantelor. S-a demonstrat că taxonii înrudiţi dau reacţia de precipitare datorită asemănărilor dintre proteinele lor.

Circa 600 taxoni vegetali au fost incluşi în aproximativ 200 publicaţii sero-taxonomice pe parcursul a 32 ani de cercetări (Fairbrothers, 1983).

Noile tehnici de precipitare, atunci când sunt combinate şi cu presaturarea (absorbţia), îndepărtează determinanţii comuni şi păstrează mai mult acele sisteme specifice pentru fiecare taxon în momentul comparării.

Datele de fitoserologie singure nu trebuie utilizate pentru crearea de arbori filogenetici de clasificare, fără a face analogii cu scheme anterioare semnificative de clasificare, create pe baza numeroase alte dovezi morfo-anatomice, paleobotanice, embriologice, ultrastructurale etc.

Cercetările fitoserologice au adus dovezi la cele anterioare, privind gradul de cuprindere al ord. *Cornales*, cu plasarea monogenericei *Garryaceae* în acest ordin; *Griselinia*, ca şi *Garrya*, au aproape aceeaşi afinitate faţă de *Cornus*. Cu toate acestea, genurile *Griselinia* şi *Corokia* n-ar trebui incluse în *Cornaceae* şi nici chiar în *Cornales*.

Studiile de serologie comparativă, efectuate de Lee (1981) asupra unor *Ambrosieae – Asteraceae*, sunt printre primele asupra acestei mari familii. Proteinele din polenul de la 7 specii de *Ambrosia*, câte o specie din *Xanthium, Iva, Helianthus, Cosmos, Dicaria*, au fost comparate utilizând patru tehnici serologice diferite plus antiseruri presaturate. Printre alte concluzii, rezultatele acestui studiu susţin unirea genurilor *Franseria* cu *Ambrosia*, într-un singur gen. Astfel de rezultate ale cercetărilor fitoserologice au contribuit, alături de alte informații, la o mai corectă clasificare a ordinelor și la plasarea unor familii în ordine după cum urmează: se separă *Nymphaeales* de *Nelumbonales*; se aduc noi argumente privind afinitățile între *Juglandales, Myricales* și *Fagales*; se dovedește eterogenitatea ord. *Saxifragales*, cu afinități la *Rosales*, iar altele ca *Hydrangeaceae, Escaloniaceae*, care ar trebui conectate la *Cornaceae* și *Caprifoliaceae* și toate încadrate în *Cornales* (Dahlgren, 1983); sugerează afinități între *Primulales* și *Ericales*; *Typhales* sunt scoase de la *Arecidae* și plasate între *Commelinidae*.

Impactul rezultatelor cercetărilor de fitoserologie asupra celor patru sisteme filogenetice moderne, realizate de A. Cronquist (1968, 1981); R. Dahlgren (1975, 1980); A. Takhtajan (1969, 1980); R. Thorne (1976, 1981) a fost extrem de diferit. A. Takhtajan a utilizat cel mai mult informațiile fitoserologice în alcătuirea sistemului său, urmat de A. Cronquist, în timp ce R. Dahlgren și R. Thorne au fost cel mai puțin influențați de astfel de date fitoserologice. În ultimii ani ai sec. XX a avut loc, totuși, o creștere a utilitzării și încorporării acestor informații în cele patru sisteme filogenetice de clasificare, au influențat recentele revizuiri ale fiecăruia dintre sisteme cu privire la clasificarea mai adecvată a ordinelor, familiilor, subfamiliilor și genurilor în cadrul ordinelor. Investigația serologică este de mare interes numai dacă este corelată cu dovezi din alte surse.

h. Fitochimia metaboliților secundari

Metaboliții secundari reprezintă o clasă de produși naturali care include: alcaloizi, terpenozi, flavonoizi, compuși fenolici, betalaine, glucosinolați, glicozide cianogenice, elagitonine, poliacetilene, compuși iridoizi, alcaloizi benzil-izochinolinici, aminoacizi non proteici (liberi în frunze) și alți compuși considerați neesențiali pentru procesul metabolic de bază. În plus, un anumit produs sau întreaga clasă de metaboliți secundari, se află numai la grupe restrânse de plante, care sunt considerate înrudite și în alte domenii (morfologice, anatomice, etc.). Prezența metaboliților secundari trebuie corelată cu existența altor tipuri de caractere, pentru a-și demonstra valoarea lor de markere taxonomice în cadrul angiospermelor.

De regulă generală, metaboliții secundari au fost utilizați drept caractere taxonomice la grupele inferioare (specii, subspecii, rareori genuri) de angiosperme. În ciuda succesului unor astfel de studii, persistă încă un scepticism considerabil cu privire la utilizarea datelor de chimie macromoleculară la nivelele taxonomice superioare. Pe lângă alte motive, una din cauze este legată de lipsa de date comparative despre metaboliții secundari asupra multor familii botanice, mai ales tropicale. Majoritatea plantelor care au fost investigate chimic au fost cele de interes economic, ornamental etc. sau pur și simplu pentru că au fost disponibile local.

Cu toate acestea, datele acumulate privind distribuția metaboliților secundari, în grupe de angiosperme, îi încurajează pe unii cercetători să utilizeze aceste date, în corelație cu informații din alte domenii, în sistematica taxonilor de rang superior (familii, ordine, supraordine).

În primul rând, trebuie dată atenție acelor clase de compuși pentru care cunoștințele privind biosinteza lor sunt avansate. Cu cât se știe mai mult despre căile de biosinteză ale unui metabolit, produșii intermediari, enzimele implicate, cu atât acești compuși pot fi utilizați în sistematica filogenetică. Datele de biosinteză sunt esențiale pentru a decide dacă apariția întâmplătoare a compușilor similari la diferiți taxoni este determinată de originea comună a acestora sau de convergență. Se consideră că la plante, considerate înrudite pe alte criterii, compușii similari sunt omologi și au urmat aceeași cale biosintetică. Deoarece lipsesc informații despre biosinteza multor metaboliți secundari, este bine ca în sistematică să se acorde o importanță mai mare acelor compuși secundari care rezultă în urma mai multor biosinteze complexe.

Metaboliții care necesită mai multe și lungi căi biosintetice, sau care rezultă din precursori neobișnuiți, sunt rari și ar putea apărea la grupe diferite, ca urmare a unei convergențe evolutive. Compușii simpli, cu căi biosisntetice scurte sau care rezultă din precursori ușor disponibili în plante, rezultați în urma unor reacții comune, sunt cei mai răspândiți și ar putea fi utilizați, cu precauție, în clasificările de rang superior (deasupra familiei) ale angiospermelor.

Pentru a împiedica ajungerea la generalizări pripite, care ulterior pot deveni invalide, esențială este luarea în considerare, nu simpla prezență a unui metabolit secundar, ci perspectiva cantitativă, adică acumularea acestor produși ca un caracter important.

Cunoscută este valoarea sistematică a existenței celulozei, respectiv chitinei, în pereții celulari pentru divizarea fungilor în două filumuri: *Oomycota* (Ciuperci cu celuloză) și *Eumycota* (Ciuperci cu chitină).

În momentul de faţă se fac analize de rutină, chimiosistematice, cum sunt determinările flavonoidelor (la ferigi); terpenoidele (importante pentru sistematica genului *Pinus, Citrus* ş.a.); alcaloizii, pe baza cărora au fost separate *Papaveraceae*- le de *Brassicaceae* (*Capparales*) şi încadrarea primelor la *Ranunculidae*, datorită prezenţei izochinolinelor.

Printre clasele de compuşi chimici secundari, mai frecvent utilizaţi în macrosistematică, se numără: alcaloizii benzilizochinolinici, iridoizii, betalainele, glicosinolaţii, poliacetilenele, elagitoninele, taninuri condensate, terpenoizii, flavonoidele, unii fenoli.

Trebuie remarcat faptul că prezenţa şi evoluţia acestor clase de metaboliţi secundari, la diferite grupe de angiosperme, au reprezentat strategii chimice de apărare împotriva dăunătorilor fitofagi (insecte, păsări, mamifere) dar şi a bolilor produse de ciupercile fitopatogene.

Uneori, astfel de substanţe pot apărea şi convergent la grupele de plante neînrudite, lucru care se poate lămuri prin cercetatrea căii biosintetice diferite. Exemplul cel mai cunoscut este apariţia cofeinei la *Coffea arabica* (Arborele de cafea) din fam. *Rubiaceae* şi la *Thea sinensis* (Arbustul de ceai) din fam. *Theaceae*, dar pe căi biosintetice oarecum diferite.

Distribuţia acestor clase de metaboliţi secundari a fost, în mod diferit, luată în considerare la elaborarea celor patru sisteme moderne de clasificare filogenetică ale angiospermelor; Cronquist, 1981; Dahlgren, 1980; Takhtajan, 1980; Thorne, 1981.

Exemple, relativ recente, ale aplicării cu succes a chemosistematicii micromoleculare la taxonii superiori ai angiospermelor sunt: aproximarea legăturilor strânse între Annonales şi Aristolochiales sugerată de prezenţa, în comun, a alcaloizilor benzilizochinolinici; separarea Nymphaeales de Nelumbonales datorită lipsei acestor compuşi la *Nymphaeales*; includerea familiilor *Bataceae* şi *Gyrostemonaceae* între *Capparales* (şi nu la *Centrospermales*), toate cu glicosinolaţi; apropierea între *Pittosporales, Araliales* şi *Asterales* pe baza compuşilor poliacetilenici şi a ordinelor *Ericales* şi *Dipsacales* la *Cornales* (incluzând şi *Hydrangeaceae*) pe baza compuşilor iridoizi (Gershenzon et Marby, 1983).

Alţi cercetători au utilizat tehnici moderne pentru a determina betalainele şi izoflavonoidele la *Caryophyllales*; alcaloizii indolici la *Apocynaceae, Loganiaceae* şi *Rubiaceae*; distribuţia alcaloizilor benzilizochinolinici la *Magnoliidae*; izoflavonoizi la *Papilionaceae* şi angiospermele ca întreg; prezenţa compuşilor iridoizi la *Asteridae*, care pe baza şi a trăsăturilor morfo-anatomice le individualizează ca un grup natural distinct. *Dilleniidae*- le se diferenţiază clar de *Magnoliidae* prin trăsături chimice. La *Dilleniidae* lipsesc celulele cu uleiuri eterice, antocianii, dar conţin acid elagic, prolinoantociani şi cristale aciculare (care lipsesc la *Magnoliidae*).

Betalainele sunt compuşi specifici la 10 dintre cele 12 familii ale *Caryophyllales*, care lipsesc la alte angiosperme, deşi au fost descoperite la câteva bazidiomicete. Absenţa betalainelor şi prezenţa antocianilor, compuşi chimici complet diferiţi, la *Caryophyllaceae* au determinat pe câţiva botanişti să propună fragmentarea ordinului. Totuşi, pe lângă celelalte similitudini morfo-anatomice, aceste diferenţieri chimice nu prezintă aşa mare importanţă pentru a diviza ordinul mare, unitar, *Caryophyllales*.

i. Compuşii fenolici din pereţii celulari

Compuşii fenolici în pereţii celulari ai angiospermelor, în special la monocotiledonate, au fost puşi în evidenţă de către Harris and Hartley, 1980; Hartley and Harris, 1981 (după Thorne, 1983). Prin teste relativ simple, autorii au demonstrat că un grup de monocotiledonate au în pereţii celulelor, legaţi, acidul ferulic, p-cumaric şi diferulic. Al doilea grup de monocotiledonate nu prezintă aceşti acizi în pereţii lor celulari. Aceste aspecte au profunde semnificaţii filogenetice.

Grupul care prezintă, legaţi între ei, acizii ferulic, p-cumaric şi diferulic, în pereţii celulelor, include: toate *Commeliniflorae*- le (după Thorne, 1980) cu *Bromeliaceae, Pontederiaceae, Philydraceae, Zingiberales*, adevăratele *Haemodoraceae, Thyphales* şi *Arecales*. Al doilea grup, fără aceşti acizi, cuprinde: *Liliiflorae, Alismatiflorae, Ariflorae, Cyclanthales* şi *Pandanales*.

Pe baza acestor caracteristici, *Haemodoraceae*- le trebuie scoase de la *Liliiflorae* şi mutate în *Pontederiineae* dintre *Commeliniflorae*. În plus, spre deosebire de majoritatea *Liliales, Haemodoraceae*- le, în comun cu *Pontederiaceae, Philydraceae, Bromeliaceae* şi câteva *Zingiberales* posedă în celule rafide de oxalat. Acest ultim aspect explică prezenţa ploşniţelor *Blissinae* la două genuri de *Haemorodoraceae* din sudul Africii, dar şi la *Typha* şi *Sparganium*. Aceste ploşniţe erau cunoscute ca trăind doar pe unele *Commeliniflorae* ca *Poaceae, Cyperaceae, Juncaceae, Restionaceae, Cannaceae, Marantiaceae* şi *Bromeliaceae* (Thorne, 1979).

Prezenţa compuşilor fenolici în pereţii celulari, care detremină preferinţa de hrănire şi înmulţire a ploşniţelor *Blismidae*, au dus la crearea supraord. *Typhiflorae*, foarte legat de *Commeliniflorae* şi scoaterea lor dintre *Areciflorae*.

Pe lângă aceasta, *Typhiflorae*- le ca şi *Commeliniflorae*- le au şi alte caracteristici comune: plante perene fără trichomi, rizomi plini cu amidon, cu vase în tulpină, frunze şi rădăcini, stomata cu două celule anexe, rafide de oxalat de calciu în celule, anemofilie, ovule deseori anatrope, bitegminate, crasinucelate, formare helobială a endospermului, granulele de polen care se eliberează în tetrade. Prezenţa acidului fenolic în pereţii celulelor *Arecaceae*- lor (Palmierii) şi absenţa acestuia la *Pandanaceae* şi *Calycanthaceae* indică o mare distanţă filetică între aceste trei grupuri tropicale de monocotiledonate. Caracterele morfologice asemănătoare, referitoare la tulpinile dendroide sau lemnoase, frunzele coriaceae, adesea mari şi plicate, precum şi alte similarităţi pe baza cărora au fost până acum încadrate împreună sunt, cel mai probabil, adaptări convergente.

Cu siguranţă, studiile asupra compuşilor fenolici din pereţii celulari, au contribuit la lărgirea cunoştinţelor dar şi ale afinităţilor dintre taxonii superiori ai monocotiledonatelor.

j. Dovezi pentru sistematica angiospermelor din studiul semantidelor

Semantidele sunt macromolecule purtătoare de informaţii genetice şi structurale. Ele se împart în semantide primare (ADN), semantide secundare (ARN) şi semantide terţiare (proteinele).

În timp ce folosirea analizelor de ADN şi ARN pentru macrosistematica angiospermelor este într-o fază de explorare, datele despre proteine şi secvenţele de aminoacizi devin din ce în ce mai importante în această privinţă, după cum a subliniat Fairbrothers (1983).

Informaţii mai cuprinzătoare privind cercetarea înrudirii, filogeneticii şi sistematicii s-au obţinut în ultimele trei decenii prin cercetarea analitică a ADN şi ARN. Primele rezultate au arătat că procentele perechilor de bază azotate GC şi AT şi anume GC cu aproximativ 20%-75% (AT, corespunzător cu 80%-25%) la diferite grupe de procariote şi eucariote inferioare au mare valoare sistematică. La plante mai evoluate, analizele comparative de ADN, rezultate din tratarea cu endonucleaze restrictive, au oferit informaţii asupra schimbărilor mutative şi respectiv valoarea lor drept criteriu de înrudire. Dezvoltarea biologiei moleculare a avut şi continuă să aibă un impact uriaş asupra evoluţiei, în rezolvarea problemelor filogenetice, de cronologie a evoluţiei şi cele privitoare la rolul dezvoltării în evoluţie.

Pe baza cercetării divergenţei secvenţelor de nucleotide din ARN s-a reuşit crearea arborelui genealogic molecular de la porumbul de cultură (*Zea mays*) şi de la alte graminee cultivate şi specii sălbatice înrudite.

În decursul ultimilor ani ai sec. 20 a apărut o atitudine mai constructivă a filogeneticienilor, care nu mai iau în considerare conflictul dintre criteriile morfologice şi cele chimice. Ambele tipuri de informaţii s-au dovedit complementare în înţelegerea legăturilor dintre taxoni. Rămân în discuţie, încă, probleme semnificative legate de prelucrarea datelor şi interpretarea corectă a cifrelor şi graficelor rezultate.

Dintre toate tipurile de informaţii chimice, analiza semantidelor şi mai ales secvenţele de aminoacizi din enzime omoloage, continuă să deţină o semnificaţie potenţială în a ajuta la înţelegerea relaţiilor filogenetice dintre principalele grupări de angiosperme, dar numai când acestea confirmă concluzii filogenetice bazate pe alte numeroase caracteristici.

Datele secvenţiale pentru citocromul C, plastocianina şi ferodoxina din plantele cu flori, au fost evaluate la circa 30 specii (Boulter, 1980, citat după Fairbrothers, 1983). Aminoacizii sunt dislocaţi din lanţul polipeptidic unul câte unul, sunt identificaţi ca apoi să se construiască secvenţa lor pas cu pas.

Datorită faptului că proteinele se dezvoltă în grade diferite, informaţiile din secvenţele de aminoacizi sunt greu utilizabile sau practic inutilizabile. Toate datele de până acum, referitoare la secvenţele de aminoacizi sunt într-o perioadă de reevaluare critică şi se speră ca în viitor informaţiile chimice să ofere un suport în plus sistematicii filogenetice a angiospermelor.

Oricum, sugestiile din analiza citocromului C, referitoare la izolarea relativă a membrilor *Caryophyllales* şi *Polygonales* de alte dicotiledonate şi poziţia izolată a *Asteraceae*- lor, în raport cu alte *Sympetalae*, sunt demne de remarcat.

Proteina fracţiune I sau Rubisco

Este o proteină excelentă, care a furnizat informaţii nu numai asupra formelor parentale ale genurilor amintite ci şi asupra direcţiei încrucişării, care a dus la apariţia alopoliploidiei cu mult timp în urmă. Informaţiile obţinute prin studiile comparative asupra proteinei fracţiune I de la circa 50 specii, folosind antiser (determinant) extras din *Spinacia* şi *Nicotiana* au scos la iveală acemănări între *Nicotiana* şi alte *Solanaceae* dar şi *Convolvulaceae* (inclusiv *Cuscuta*). Lucrându-se şi cu alte antiseruri s-au constatat asemănări şi cu alte familii.

Această proteină s-a dovedit excelentă şi pentru sistematica intragenerică. Deocamdată sunt puţine date despre analize comparative între familii botanice.

În concluzie, cercetarea comparativă a proteinei fracţiune I indică o valoare potenţială pentru macrosistematică, dar aceasta este o metodă de viitor, după ce se vor acumula date comparative despre tot mai mulţi taxoni.

k. Metoda hibridologică

În esenţă, aceasta constă în evidenţierea gradului de înrudire după rezultatele încrucişării. Astfel, speciile indepărtate ca înrudire nu se încrucişază, pe când cele apropiate filogenetic pot da hibrizi viabili.

În crearea unor plante agricole, metoda hibridologică a fost utilizată de mai mulţi cercetători. Astfel, a fost obţinut hibridul *Triticosecale* (*Triticum aestivum* x *Secale cereale*); din încrucişarea ridichiei cu varza s-a obţinut un tetraploid interesant. Amfiploidul *Prunus domestica* (2n = 48) a fost obţinut ca rezultat al încrucişării dintre *P. cerasifera* (2n = 16) şi *P. spinosa* (2n = 32); *Medicago varia* a rezultat din încrucişarea între *M. sativa* x *M. falcata*; *Aesculus carnea* (Castanul cu flori roşii) a rezultat din încrucişarea *Ae. hippocastanum* x *Ae. pavia* ş.a.

Unii botanişti filogeneticieni (J. Lotsi şi M. Popov) au acordat hibridizării un rol hotărâtor în evoluţia lumii plantelor. Aceasta s-a putut realiza pe teritorii întinse ca suprafaţă şi între specii foarte depărtate ca grad de înrudire. Încrucişările depărtate pot duce nu numai la combinarea trăsăturilor şi proprietăţilor speciilor parentale, dar şi la relevarea unor proprietăţi ascunse ale ereditătii lor. După cum se cunoaşte, în studierea legităţilor de formare a generaţiilor hibride, un mare merit l-a avut întemeietorul geneticii – G. Mendel.

l. Dovezi din cercetarea ultrastructurală şi micromorfologică

Printre caracterele ultrastructurale în corelaţie cu macrosistematica, cu rol în clasificarea filogenetică se numără corpii proteici ai seminţelor, cisternele mărite ale RE (de exemplu la *Capparales*, inclusiv *Gyrostemonaceae* şi *Bataceae*), incluziunile cristaline nucleare (de la diferite *Sympetalae Tetracyclicae*). Utilizarea acestora este într-o fază iniţială de explorare. Caracterul ultrastructural cel mai utilizat îl reprezintă plastidele cu elemente de sită, care reprezintă deja un argument semnificativ pentru separarea dicotiledonatelor de monocotiledonate, dar şi în cadrul *Caryophylliflorae*- lor, *Myrtales, Rhamnales* etc.

Trăsăturile micromorfologice au devenit esenţiale, de exemplu, pentru caracterizarea *Urticales* şi *Loasales* (prin trichomii unicelulari prinşi în mod complex sau silicifiaţi specific) sau pentru *Winterales* şi o parte a *Asparagales*, cu cristaloizi ceraţi sau structuri specifice epicuticulare (Behnke and Barthlott, 1983).

m. Contribuţii ale cariologiei

De regulă generală, numai cariotipurile din grupele lemnoase se diferenţiază destul de lent pentru a putea fi folosite ca indicatori macrosistematici. O metodă exploratorie, care cu greu poate fi aplicată, este compararea metodelor de diferenţiere cromozomială (după Ehrendorfer, 1976) pentru Ruatceae cât şi pentru diferite familii de *Magnoliidae* şi *Hamamelidae*. Se aşteaptă rezultate relevante de la analize centromerice (cunoscute ca „difuze" la *Juncales* şi *Cyperales* după Dahlgren, 1981) sau de la conţinutul şi structura ADN în nucleii interfazici la angiosperme, aşa cum au realizat pentru *Flacourtiaceae* şi *Tiliaceae* (Morawetz, 1981) sau pentru *Rutaceae* (Guerra in Ehrendorfer, 1982).

Observaţiile privitoare la mărimea cromozomilor pot servi la evaluarea relaţiilor filetice în cadrul unor grupuri mai mari. Ca exemplu, pot fi date *Commeliniflorae*- le, în care sunt incluse genuri cu cromozomi foarte mici, cu cromozomi foarte mari şi unele genuri la care nucleii conţin cromozomi de ambele mărimi.

Pe baza studierii cromozomilor somatici, două genuri: *Agave* (înainte între *Amaryllidaceae*) şi *Yucca* (la *Liliaceae*) au fost grupate laolaltă, în fam. *Agavaceae*. Cariogamia arată o concordanţă surprinzătoare între cele două genuri: 5 perechi de cromozomi mari şi 25 perechi de cromozomi foarte mici.

B. COMPARAȚIE ÎNTRE CLASIFICĂRILE MODERNE FILOGENETICE ASUPRA ANGIOSPERMELOR

O mai veche dificultate, cu care s-au confruntat și se confruntă creatorii de sisteme de clasificare, este problema acceptării sau schimbării normelor stabilite în sistematică.

Acceptarea largă a sistemului A. P. de Candolle și Lindley, pe parcursul primei jumătăți a sec. 19, a încetinit adoptarea schimbărilor propuse de Bentham și Hooker (1860) în lucrarea „Genera Plantarum". Deoarece se simțea nevoia de schimbare, propunerile făcute de Engler și Prantl (1889-1902) au fost imediat acceptate, fiind bine documentate și justificate. Modelul de clasificare propus de Engler și Prantl a rămas ca atare până către sfârșitul anilor 1950, când A. Cronquist și A. Takhtajan au venit cu o serie de schimbări inovative. Acestea au fost imediat acceptate, deoarece autorii au adus argumente raționale pentru această schimbare.

În următoarele decenii ale sec. 20, mult mai repede decât până atunci, au fost publicate alte lucrări cu noi propuneri de clasificare ale angiospermelor. Între acestea, unele sisteme au început să le domine pe celelalte, să se impună în fața taxonomiștilor.

Astfel, pe baza încorporării și prelucrării a cât mai multor date și dovezi ale sistematicii filogenetice, așa cum au fost prezentate mai înainte, la sfârșitul sec. 20 au fost elaborate formele finale a cinci sisteme moderne de clasificare filogenetică ale angiospermelor: A. Takhtajan, 1980, 1987 (Uniunea Sovietică); A. Cronquist 1981 (SUA); R. Thorne 1981, 1992 (SUA); R. Dahlgren 1981 (Danemarca); Fr. Ehrendorfer 1999 (Austria).

În ciuda faptului că autorii au avut la dispoziție informații din toate domeniile: paleobotanică, morfologie și anatomie comparativă, embriologie, serologie, chimie și biochimie, citologie, cariologie etc., sistemele angiospermelor menționate, pe lângă aspecte convergente au scos la iveală și numeroase discrepanțe, de formă dar și de fond.

În primul rând, există aspecte formale, legate de utilizarea categoriilor și nume diferite date taxonilor. Astfel, la Takhtajan, angiospermele sunt ridicate la rang de încrengătură (phylum) și la Ehrendorfer – subîncrengătură (subphylum) sau clasă în celelalte sisteme. Când sunt considerate clasă, sunt împărțite în mai multe subclase, nu numai două (di- și monocotiledonate). Cronquist este singurul care nu folosește taxonul de supraordin. Supraordinele sunt acceptate de ceilalți autori, însă, terminația este diferită: *-florae* la Thorne și Dahlgren; *-anae* la Takhtajan și Ehrendorfer. Dacă se urmărește elaborarea unei clasificări uniforme și în general acceptată, ar fi de dorit ca pe viitor să se elimine aceste deosebiri.

În al doilea rând, dificultățile în crearea acestor sisteme se referă la principiile de bază pentru stabilirea megataxonilor, care ar trebui să fie uniforme. Unii autori (Thorne, Cronquist) pledează pentru megataxoni mai largi, mai cuprinzători, dar bine definiți. În acest mod, însă, se poate ajunge la o conglomerare artificială. Dahlgren și Takhtajan, dimpotrivă, optează pentru taxoni principali mai restrânși, dar cu caractere pregnante și cu o proveniență comună. Ca o consecință, apar mai mulți taxoni și se pierde din claritatea clasificării. Dacă la nivelul taxonilor inferiori (gen și specie), aceștia pot fi imediat evaluați atât pe teren cât și pe material de herbar, relațiile cu taxonii superiori (familie, ordin etc.) sunt mai greu de demonstrat și stabilit, fără o documentare teoretică suficientă.

Cronquist (1981) în sistemul său modern de clasificare pentru plantele cu flori a folosit 3 niveluri suprafamiliale: ordinul, subclasa, clasa. Sunt două clase: *Magnoliopsida*, cu 6 subclase, 64 ordine și 323 familii; *Liliopsida* cu 5 subclase, 19 ordine și 66 familii. În sistemul său Cronquist accentuează caracterele morfologice și utilitatea practică, oferind astfel soluții pentru cunoașterea familiilor botanice.

Prin contrast cu Cronquist, Dahlgren (1981), în sistemul său modern, pune mai mult accentul pe caracteristici chimice, ultrastructurale și embrionare, care sunt mai puțin accesibile taxonomiștilor. Categoriile taxonomice suprafamiliale utilizate sunt ordinele, supraordinele, clasa.

A. L. Takhtajan (1987) a folosit 4 mari niveluri suprafamiliale: ordin, supraordin, subclasa, clasa. El deosebește două clase: *Dicotyledonatae*, cu 8 subclase, 36 supraordine, 128 ordine și 429 familii; *Monocotyledonatae* cu 4 subclase, 16 supraordine, 36 ordine și 104 familii.

R.F. Thorne (1981, 1992) recunoaște trei unități suprafamiliale: ordin, supraordin, clasa. Clasa Angiospermae (ANNONOPSIDA) cuprinde două subclase: *Dicotyledoneae* (*Annonidae*), cu 19 supraordine, 41 ordine, 297 familii cu 173. 370 specii; *Monocotyledoneae* (*Liliidae*), cu 9 supraordine, 12 ordine, 53 familii și 52.120 specii.

Fr. Ehrendorfer a prelucrat *Spermatophyta* cu două subîncrengături: *Gymnospermae* și *Angiospermae*, în edițiile 30-34 (1971-1998) din tratatul „Lehrbuch der Botanik" de Strasburger.

Clasificarea angiospermelor din Strasburger (după Ehrendorfer, 1978, 1983) a reprezentat un compromis între sistemele lui Takhtajan şi Dahlgren. În ultima ediţie din Strasburger (a 34^{a}, 1999), angiospermele, destul de eterogene, sunt divizate pentru prima dată, în trei clase, în locul celor două tradiţionale (Di- şi *Monocotyledonatae*).

Cele trei clase sunt: *Magnoliopsida* s. str. (Dicotiledonate inferioare); *Rosopsida* (Dicotiledonatae autentice); *Liliopsida* (Monocotiledonatele). Taxonii următori sunt: subclasele, supraordinele, ordinele, familiile.

Autorii de sisteme filogenetice de clasificare trebuie să ţină seama de faptul că prin clasificare se urmăreşte nu numai gruparea plantelor pe principiul monofiliei ci şi înlesnirea comunicării între toţi cei interesaţi în cunoaşterea plantelor. O dată cu descoperirea de noi specii, genuri, etc., a crescut gradul de cuprindere al genurilor, ordinelor. Multe ordine sunt acum alcătuite din 10-20 familii sau chiar mai multe. Când sunt familii sau ordine, asupra cărora nu există certitudine cu privire la poziţia în sistemul general de clasificare, sunt încadrate, provizoriu, într-o anumită subclasă ca „diverse ordine izolate" (Ehrendorfer, 1998). Taxonii cu poziţie sistematică cu totul nesigură nu sunt listaţi şi apar la sfârşitul sistemului ca „taxa incertae sedis" (taxoni cu poziţie nesigură), ca familii sau genuri (Thorne, 1983).

Dificultăţi în a utiliza, mai multe sau mai puţine categorii taxonomice, în diferite sisteme, reflectă, de regulă generală, dificultatea de a distinge convergenţa sau paralelismul anumitor caractere în opoziţie cu sinapomorfiile. Se aşteaptă ca tehnicile moleculare, biochimice etc. să soluţioneze unele dintre aceste probleme.

O altă sursă generală de nesiguranţă este că informaţiile de bază sunt deseori incomplete şi /sau inaccesibile, în care caz autorii clasificării angiospermelor sunt nevoiţi să facă speculaţii sau extrapolări.

De exemplu, poziţia şi cuprinderea grupului mare „Amentiferae" este diferită în sistemele discutate. Pe lângă principalele familii cu relaţii filetice evidente, există între „Amentiferae" şi grupe choripetale variate cu afinităţi diverse: *Hamamelidales* → *Rosales*; *Juglandales* → *Rutales*; *Urticales* → *Malvales*. Ulterior, ordinele din „*Amentiferae*" au fost grupate în clasa *Hamamelidae* (Takhtajan, Cronquist) sau au fost separate în subclase diferite, după cum au făcut Thorne şi Dahlgren. După Ehrendorfer, *Hamamelidae*- le reprezintă rămăşiţe ale unor dicotiledonate ancestrale, cu poziţie intermediară între *Magnoliidae* şi *Rosidae* – *Dilleniidae*. Prin reducerea florilor pleiomere la oligomere monochlamidee se trece la anemofilie secundară. Există, însă, între acestea şi direcţii spre formarea androceului pleiomer secundar (prin multiplicarea meristemelor staminelor iniţiale) şi în plus, formarea de petale din staminele externe şi, implicit, polenizarea entomofilă. Toate aceste caracteristici indică legături ale *Hamamelidae*- lor cu grupe de bază ale dicotiledonatelor: *Rosidae-Dilleniidae*, aşa cum au demonstrat Dahlgren, Ehrendorfer ş.a.

Toate aceste consideraţii ar putea duce la o apropiere a punctelor de vedere asupra *Amentiferae*- lor şi tratarea lor ca o clasă: *Hamamelidae*, cu poziţie sistematică între *Magnoliidae* şi *Rosidae-Dilleniidae*.

Un alt punct de mare divergenţă, între sistemele actuale moderne ale angiospermelor, îl reprezintă posibilele înrudite ordine: *Buxales*, *Daphniphyllales* şi *Euphorbiales*, care sunt legate, fie de *Malvales*, fie de *Rhamnales/Celastrales*, fie divizate în alţi taxoni. Ele pot fi, însă, interpretate şi ca un grup de bază monochlamid de *Rosidae* + *Dilleniidae*.

Alte neconcordanţe se referă la *Corniflorae* (după Dahlgren şi Thorne), care n-au echivalent în celelalte sisteme; unirea tuturor *Sympetalae Tetracyclicae* în clasa *Asteridae* (Takhtajan, Cronquist) sau divizarea lor în mai multe grupe, ca două suprordine: *Tubiflorae* şi *Asteriflorae*, acestea din urmă având afinităţi spre *Araliales* (Dahlgren, Thorne); gruparea într-un ordin a familiilor *Nepenthaceae*, *Sarraceniaceae* şi *Droseraceae*; poziţia nesigură a *Cistaceae*- lor şi *Bixaceae*- lor în *Malvales* sau *Violales*; considerarea *Haemodorales*, *Pontederiales*, *Typhales*, *Bromeliales*, *Zingiberales* ş.a. într-o subclasă sau supraordin de monocotiledonate.

Din clasificările curente, despre care este vorba, se evidenţiază câteva trăsături divergente specifice: *Gyrostemoniaceae* şi *Bataceae* sunt încadrate la *Sapindales*; *Convolvulaceae* în *Polemoniales*; *Solanaceae* în *Scrophulariales* (Takhtajan, 1980). Cronquist (1981) lasă în continuare în *Nymphaeales* familiile *Nymphaeaceae* şi *Nelumbonaceae*; *Coriariaceae* în *Ranunculales*; *Poaceae* în *Cyperales*; *Lecytidaceae* şi *Rubiaceae* sunt scoase de la *Myrtales* şi respectiv *Gentianales* şi primesc statut de ordine distincte; *Campanulales* sunt dispuse departe de *Asterales*. Thorne (1983) aşează *Paeoniales* sub *Annoniflorae*; *Rhamnales* şi *Plumbaginales* sub *Theiflorae*; *Solanales* şi *Campanulales* sub *Solaniflorae*, departe de *Asteriflorae*. Dahlgren (1983) aşază *Piperales* şi

Nymphaeales în *Nymphaeiflorae*; *Urticales, Rhamnales* şi *Elaeagnales* în *Malviflorae; Trochodendrales, Hamamelidales, Fagales, Buxales, Cunoniales, Droserales*, ş.a. la *Rosiflorae; Ericales, Eucommiales, Sarraceniales, Cornales* (incluzând şi *Aquifoliaceae, Montiniaceae, Hydrangeaceae, Icacinaceae, Stylidaceae, Caprifoliaceae* şi *Dipsacales* în supraordinul *Corniflorae*, separă clar *Ariflorae* (*Arales*) de *Areciflorae* (cu *Cyclanthales, Arecales* şi *Pandanales*).

În ciuda acestor divergenţe, mai sus semnalate, sistemele actuale, moderne, asupra angiospermelor, prezintă şi multe asemănări şi chiar convergenţe. Astfel, *Magnoliidae* (incluzând *Ranunculidae*) şi *Caryophyllidae*- le lui Takhtajan şi Cronquist sunt uşor puse în paralel cu *Annoniflorae* + *Nymphaeiflorae* + *Rafflesiiflorae* + *Chenopodiiflorae* (ale lui Thorne) şi *Magnoliiflorae* (ale lui Dahlgren).

În contrast, celelalte trei subclase de dicotiledonate: 1. *Dilleniidae*,2. *Rosidae* şi 3. *Asteridae* ale lui Takhtajan şi Cronquist sunt larg dispersate în sistemele lui Thorne şi Dahlgren. Totuşi, ele corespund la Thorne cu grupele de ordine: 1) *Theiflorae* + *Violiflorae* + *Malviflorae*; 2) *Geraniiflorae* + *Santaliflorae* + *Rutiflorae* + *Proteiflorae* + *Rosiflorae* + *Myrtiflorae*; 3) *Gentianiflorae* + *Lamiiflorae* + *Solaniflorae* + *Asteriflorae*. La Dahlgren, *Malviflorae* la *Primuliflorae*; *Rosiflorae* la *Araliflorae*, iar *Asteriflorae* la *Lamiiflorae*. În cadrul monocotiledonatelor situaţia este, oarecum, asemănătoare.

Sistemele de clasificare moderne încearcă să arate relaţiile dintre diferite grupe de angiosperme şi să folosească mijloacele optime pentru a le expima. Acestea sunt greu de dovedit, dar măcar asupra unora dintre ele se poate ajunge la un acord, cel puţin pe o perioadă scurtă.

Diferenţele de opinie în clasificările lui Cronquist, Takhtajan şi Thorne nu sunt aşa de ireconciliabile după cum par. Situaţia cea mai frecventă este că unele familii sunt grupate într-un ordin mai mare sau, la alt autor, acestea să fie împrăştiate în mai multe ordine.

Schemele taxonomice, revizuite şi mult mai sofisticate, reprezintă o îmbunătăţire a cunoştinţelor noastre despre plante. În ciuda opiniilor modificate asupra unor familii sau ordine, numele prin care se denumesc plantele cu gen şi specie, rămân aproape întotdeauna aceleaşi (de la Linné încoace, cu unele mici modificări). Pentru o plantă oarecare, să spunem *Viola alba*, pe care o putem uşor determina în câmp sau după material de herbar, mai puţin contează că fam. *Violaceae* este încadrată la *Violiflorae* sau *Corniflorae*.

În concluzie, suntem încă departe de un sistem al angiospermelor cât mai natural-filogenetic şi practic, unanim acceptat. Acest sistem ar trebui să exprime cât mai concis cunoştinţele extrem de variate şi vaste despre acest grup de plante, destul de diversificat dar şi de important pentru planeta noastră.

C. RETROSPECTIVĂ ASUPRA APARIŢIEI ŞI EVOLUŢIEI LUMII VII

Nu se ştie precis când au apărut, pe Terra, primele forme de viaţă. Cele mai vechi au dispărut fără a lăsa urme, iar unele dintre acestea sunt îngropate în straturile cele mai adânci ale scoarţei pământului. Datorită răcirii treptate, scoarţa pământului s-a cutat şi au apărut lanţurile de munţi. Se întâmplă uneori, ca datorită comprimării, dislocărilor etc., păturile cele mai adânci ale scoarţei să apară la supafaţa pământului, făcând, astfel, posibilă cercetarea resturilor fosile de plante şi animale.

Formarea Terrei este datată cu circa 4,8 (4,5) miliarde de ani în urmă. Naşterea vieţii a fost un proces complex care s-a desfăşurat pe o perioadă foarte îndelungată de timp. Cele mai vechi urme de viaţă au fost dovedite la circa 1 miliard de ani după naşterea Terrei, deci în urmă cu circa 3,8 (3,5) miliarde ani. Însă naşterea primelor forme de viaţă este mai veche decât această perioadă de timp.

Atmosfera primitivă a Terrei, când încă nu se formase scoarţa terestră, se compunea din vapori de apă, CO_2, azot molecular (N_2), urme de hidrogen molecular (H_2), hidrogen sulfurat (H_2S), acid clorhidric şi fluorhidric (sub formă gazoasă), metan (CH_4), amoniac (NH_3) ş.a. Oxigenul, însă, lipsea aproape complet. Stratul de ozon (O_3), astăzi atât de important pentru protejarea vieţii împotriva radiaţiilor cosmice şi ultraviolete, nu era prezent în atmosfera primordială a planetei.

Pentru apariţia substanţelor esenţiale, din care s-a construit viaţa, un rol foarte important l-au jucat descărcările electrice şi vulcanismul. Sub influenţa energiei eliberate de aceşti factori cosmici şi telurici, în condiţiile atmosferei primordiale, au luat naştere primii compuşi organici, printre care şi aminoacizii, care reprezintă pietrele de construcţie ale proteinelor, care, alături de acizii nucleici, reprezintă substanţele esenţiale pentru viaţă. Primii compuşi organici au putut să se grupeze în microsfere, înconjurate de membrane lipo-proteice. Confirmarea acestei ipoteze a fost dată de obţinerea, în laboratoare, a acestor microsfere, prin crearea atmosferei primordiale, în prezenţa apei şi ale descărcărilor electrice. Treptat, prin mărirea lor selectivă în apă, s-a ajuns la înmulţirea prin înmugurire dar şi la apariţia unor sisteme de înmagazinare a energiei în substanţe chimice de tipul ADP → ATP. În această fază de evoluţie a microsferelor au devenit posibile şi procese elementare de metabolism.

Determinantă, pentru evoluţia ulterioară a acestora, a fost apariţia unor sisteme de reduplicare şi de codificare a informaţiei. Acestea au putut fi polinucleotide de tipul t-ADN, considerate ca „gene primordiale”, cuplate cu proteine catalitice. Pasul următor se consideră că a fost apariţia unui t-ARN-proteină, cum se află la ribovirusurile actuale. Acestea au putut să se asocieze cu „genele primordiale”, formându-se un hiperciclu, în care componentele se promovează reciproc: ADN ↔ ARN ↔ proteină. Aceasta a reprezentat o primă selecţie, pe plan molecular prebiotic, care poate fi demonstrată experimental la muaţiile ADN.

Prin cuplarea sistemelor de stocare şi de codificare a informaţiilor cu sistemul de microsfere din apa oceanului primordial, în care aveau loc primele manifestări ale metabolismului (schimburile de substanţe şi energie cu mediul înconjurător), au putut lua naştere protobionţii. În aceştia a avut loc o perfecţionare treptată structurală şi funcţională a ADN, ca sistem de codificare, la început simplu cu numai 2 sau 3 nucleotide per aminoacid, dar şi ale proceselor metabolice conduse de proteine-enzime, mereu mai numeroase şi mai bine integrate.

De la protobionţi s-a trecut la apriţia celor mai vechi vieţuitoare. Acestea au fost nişte procariote, asemănătoare bacteriilor actuale, cu nutriţie primar heterotrofă. Această nutriţie se realizează pe două căi: o cale folosind energia obţinută din descompunerea unor compuşi organici, uşor accesibili, prin procese de fermentaţie anaerobă; sau prin procese de chemosinteză anaerobă, cu energia obţinută din descompunerea unr compuşi minerali ca H_2S sau H_2, la temperaturi înalte. Astfel de procariote au fost dovedite fosil, prin unii compuşi, rezultaţi din activitatea lor, care au fost dataţi cu circa 3,5 mld. ani în urmă.

Împuţinarea surselor organice şi anorganice de energie a făcut posibilă trecerea la autotrofie, prin folosirea, de către aceste prime procariote, a sistemelor REDOX (citocromii), cu utilizarea oxigenului molecular.

Prima formă de fotosinteză a fost cea anaerobă, pe principiul fotofosforilării ciclice, utilizând fotosistemul I şi H_2S ca donor de electroni. Trecerea la fotosinteza tipică, folosind ca donor de electroni apa (în urma fotolizei) şi reducerea CO_2, pe baza dezvoltării suplimentare a fotosistemului II, s-a realizat la algele procariote primordiale numite cianofite (cianobacterii).

Prin îmbogăţirea treptată în oxigen a atmosferei primordiale, obţinut în urma fotosintezei acestor procariote, s-au creat premisele pentru trecerea la respiraţia aerobă, mult mai economică fiziologico-metabolic.

Oxigenul produs de aceste cianobacterii a dispărut rapid în ochiuri de apă stătută, cu preponderenţă prin oxidarea fierului în compuşi de fier, care se depuneau în tecile gelatinoase ale cianobacteriilor, ulterior fosilizate. Creşterea cantităţii de oxigen, produs de cianobacterii a convertit rapid atmosfera anaerobă într-o atmosferă bogată în oxigen, care a contribuit la evoluţia unor diverse forme de animale pluricelulare dar şi de plante inferioare pluricelulare. Această „explozie” faunistică şi floristică (alge eucariote pluricelulare) a avut loc în Cambrian (circa 550 mil. ani în urmă).

Nu numai oxigenul a fost implicat în aceste schimbări spectaculoase ale biotei, ci şi alte elemente cum sunt calciul (cretă, calcar, corali, animale cu chilii) dar şi carbonul (cărbunii de pământ, petrolul). Modificările climatului general au avut, de asemenea, mari efecte evolutive asupra biotei şi îndeosebi glaciaţiuniile şi schimbările, corelate cu acestea, ale curenţilor oceanici, mai ales în jurul Antarcticii.

Diversificarea treptată a organismelor a făcut posibilă apariţia heterotrofiei secundare: parazitismul şi saprofitismul.

Această foarte timpurie divizare a procariotelor în heterotrofe (pimare şi apoi secundare) şi autotrofe prin fotosinteză la algele albastre-verzui (cianofite) dar şi la unele bacterii, a avut loc cu mai mult de 3 miliarde ani în urmă. A avut loc, astfel, diferenţierea procariotelor în Archaea şi Bacteria, cu multele lor linii de evoluţie.

Procesul evolutiv următor a fost apariţia unicelularelor eucariote (Eucarya), cu deplasare proprie în mediile de viaţă, de tipul amoebelor şi respectiv flagelatelor.

Mai întâi au apărut Archaezoa primordial eucariote, care ar fi putut lua naştere din Archaea procariote, în urma unor simbioze succesive conform cu teoria endosimbionţilor (Lynn Margulis, 1981).

Archaea procariote, ca celule gazdă, au preluat, succesiv, endosimbionți care au devenit treptat organite celulare. Din endosimbionți bacterii-purpurii au luat naștere mitocondriile (pentru respirație aerobă), iar dintr-o cianofită s-au format plastidele (pentru fotosinteza aerobă). Prin alți pași de diferențiere s-au format ribozomii superiori de tip 80 S,dictiozomii și peroxizomii tipici protistelor eucariote, mai înalt dezvoltate. La Archaezoa eucariote , celula prezintă nucleu, citoschelet, RE și parțial flageli de tip 9+2, sexualitate autentică și meioza, dar este lipsită de mitocondrii, plastide, dictiozomi și peroxizomi, iar ribozomii sunt de tip 70 S (caractere de primitivitate).

La eucariote ereditatea este sporită prin unirea acizilor nucleici cu proteine histonice, care apoi sunt împachetați în cromozomi și nuclei de celule.

Repartizarea egală și transmiterea caracterelor la celulele fiice a devenit mai precisă prin mitoză. Posibilitățile de combinare ale caracterelor și de diversificare ale urmașilor apar prin sexualitate autentică și meioză (cu crossing-over), mereu mai perfecționate. Cu aceasta devine posibilă diversificarea organismelor, structural și funcțional, dar și potențialități adaptative și evolutive din ce în ce mai pronunțate.

Astfel, pornind de la o largă diversificare fiziologico-nutrițională a protistelor (unicelulare eucariote) se ajunge la o dezvoltare polifiletică a primar heterotrofelor *Protozoa* (uneori și parțial secundar heterotrofe), apoi la animale pluricelulare (*Metazoa*), a mixomicetelor și ciupercilor autentice (*Eumycota*) și a *Oomycota* (ciuperci cu celuloză), ca și a diferitelor grupe fotosintetice de alge, apoi, de la acestea la plantele de uscat (terestre) denumite *Embriofite* (fig. 491).

În timp ce algele și ciupercile se specializează la un anumit mod de viață (autotrof și respectiv heterotrof) și la un anumit loc de trai și prin mărirea suprafețelor lor cresc în întâmpinarea surselor de hrană și energie, la animale s-a dezvoltat sistemul locomotor, nervos și receptorii pentru a detecta hrana și a o captura prin deplasarea activă.

ALGELE EUCARIOTE prezintă, în celulele lor, ca adaptare pentru nutriția autotrofă, plastide. Plastidele acetora sunt monofiletice, adică apărute pe baza unui singur eveniment de endosimbioză. La grupele de alge: *Glaucophyta, Rhodophyta* și *Chlorophyta*, plastidele sunt înconjurate de o membrană dublă (ca și la Embriofite). Acestea au derivat dintr-un endosimbiont – o algă albastră-verzuie procariotă, care a fost ingerată dar nedigerată și în urma unei dezvoltări ulterioare, în noul mediu de viață, a devenit plastidă cu rol fotosintetizator. În contrast cu aceste trei grupe de alge, la toate celelalte grupe de alge eucariote, plastidele sunt înconjurate de membrane triple-cvadruple și, uneori, cu un rest de nucleu numit nucleomorf. Aceste plastide au luat naștere pe bază de endosimbioze secundare, din alge eucariote unicelulare, care au fost ingerate de o gazdă heterotrofă, de asemenea eucariotă, însă neînrudite între ele. Astfel, la *Cryptophyta, Dinophyta* și *Heterokontophyta* au participat diferiți endosimbionți, asemănători algelor roșii, iar la *Euglena* și *Chlorarachniophyta* aceștia au fost asemănători algelor verzi.

Progresiva dezvoltare, în continuare, a diferitelor grupe de alge apărute polifiletic, pe linii de evoluție paralele, de la grupe mobile monadale, nude sau rizopodiale (amoeboidale) s-a desfășurat spre grupe preponderent imobile: capsale (celule nude învelite într-o teacă gelatinoasă) → cocale (celule rigide cu pereți celulari) → trichale (filamentoase pluricelulare neramificate) → filamentoase ramificate și cu creștere bi- sau tridimensională. Formele de capăt, cele mai perfecționate, ale aparatului vegetativ al algelor eucariote sunt complexe taloase organizate plectenchimatic și respectiv parenchimatic.

Aceste progresii în alcătuirea talului algelor eucariote sunt cuplate cu trecerea de la modul de viață liberă la cel stabil (fixat) în mediul acvatic și cu progresiva creștere în dimensiuni, ca o tendință de a capta lumina. Planul de construcție pluricelular monoenergid s-a dovedit superior, celular sifonal polienergid.

Concomitent, în legătură cu o împărțire a sarcinilor între reproducerea vegetativă și cea sexuată, se ajunge la schimbarea de generații, la progresia de la izogamie la anizogamie și apoi la oogamie, care înseamnă o economie de material și energie în producerea gameților și realizarea procesului de fertilizare. În legătură cu alternanța de generații, progresiile au fost legate de promovarea diplofazei în raport cu haplofaza.

CIUPERCILE în sens larg: mixomicetele, oomicotele și eumicotele reprezintă o linie independentă de evoluție de la protistele heterotrofe. Între acestea, *Oomycota* sunt cele mai apropiate de *Chrysophyta* (*Heterokontophyta*), ca forme de origine ale lor. Progresii de la unicelulare la taluri sifonale și apoi la taluri plectenchimatice complexe, de la diferite grupe de alge eucariote, se întâlnesc și la *Oomycota* și respectiv *Eumycota*.

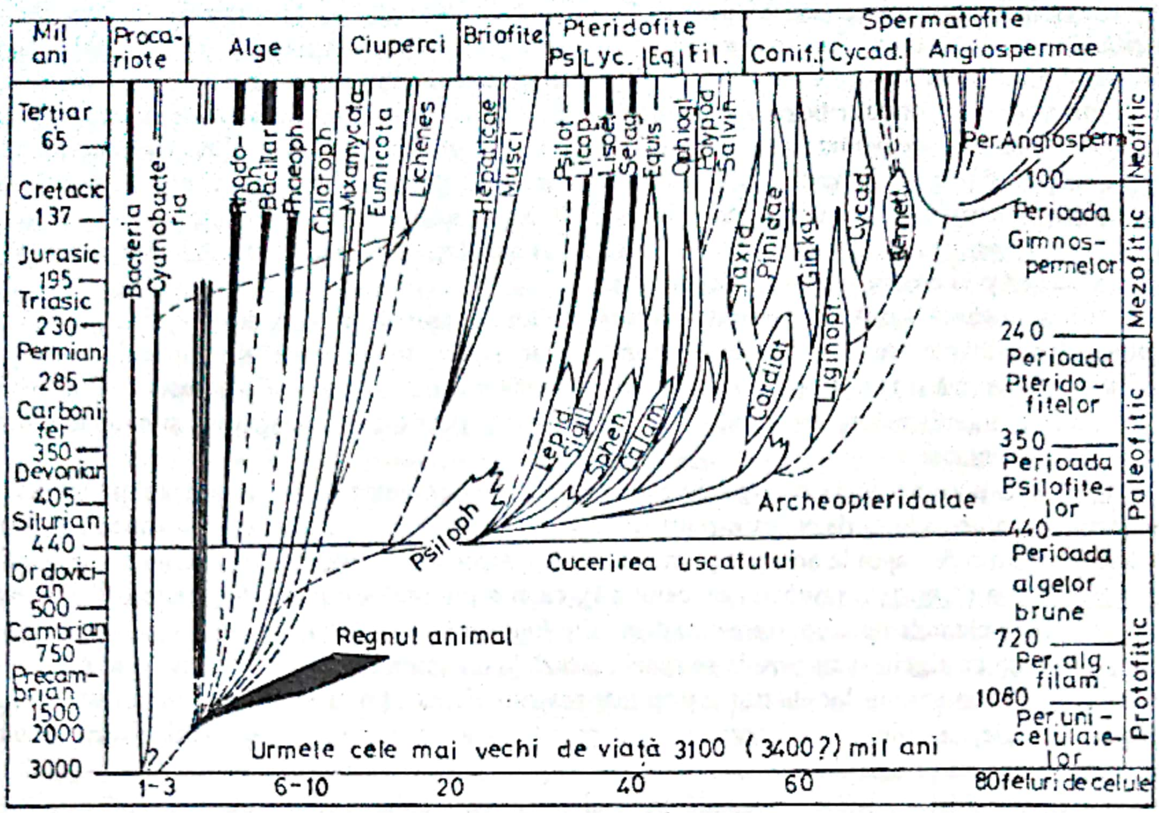

Mil ani
Procariote
Alge
Ciuperci
Briofite
Pteridofite
Ps
Lyc.
Eq
Fil.
Spermatofite
Conif.
Cycad.
Angiospermae
Tertiar
65
Cretacic
137
Jurasic
195
Triasic
230
Permian
285
Carbonifer
350
Devonian
405
Silurian
440
Ordovician
500
Cambrian
750
Precambrian
1500
2000
3000
Bacteria
Cyanobacteria
Rhodoph
Bacilar
Phaeoph
Chloroph
Mixamycota
Eumicota
Lichenes
Hepaticae
Musci
Psilot
Licop
Lisoet
Selag
Equis
Ophiogl
Polypod
Salvin
Taxid
Pinidae
Ginkg
Cycad
Bennett
Cordiat
Liginopt
Lepid
Sigill
Sphen
Calam
Psiloph
Archeopteridalae
Per.Angiosperm
100
Perioada Gimnospermelor
240
Perioada Pteridofitelor
350
Perioada Psilofitelor
440
Perioada algelor brune
720
Per.alg. filam
1080
Per.unicelulatelor
Neofitic
Mezofitic
Paleofitic
Protofitic
Cucerirea uscatului
Regnul animal
Urmele cele mai vechi de viață 3100 (3400?) mil ani
?
1-3
6-10
20
40
60
80feluri de celule

Fig. 491. Apariția în timp a diferitelor tipuri de organizare vegetală (după Jakob et al., 1981)

Evoluția, în continuare, a tuturor grupelor de ciuperci, începând cu emanciparea celor inițiale din mediul de viață apos, perfecționarea corpului vegetativ și concomitent și a corpurilor de fructificare, putea să înceapă abia o dată cu cucerirea uscatului de către embriofite. Abia din Devonian, când se diversifică primele plante terestre (pteridofitele)și apar gimnospermele primordiale, rezultă pentru ciupecile saprotrofe și parazite, adaptate la viața de uscat, suportul de viață și de nutriție. Apar posibilitățile de dezvoltare foarte variate dar și de diversificare a reproducerii sexuate (de exemplu trecerea de la gametogamie → gametangiogamie → somatogamie) precum și a celei asexuate prin formarea și răspândirea exosporilor (conidii) și endosporilor, mult mai rezistenți la uscăciunea mediului aerian-terestru. O dezvoltare benefică pentru ambii parteneri au luat-o micorizele exotrofe și endotrofe cu pteridofitele și spermatofitele. Este un lucru stabilit că ciupercile simbionte au jucat un rol foarte important în cucerirea uscatului inospitalier de către primele plante aerian – terestre. Se consideră că 95-98% dintre aceste grupe de plante terestre actuale au nutriție micotrofă. De asemenea, simbiozele dintre alge și ciuperci în talul lichenilor, ca organisme autotrofe, adaptate la locuri extreme de viață (secetă îndelungată, frig-gheață), își datorează prosperarea în astfel de condiții, tocmai datorită îmbinării într-un singur organism a două moduri de nutriție: autotrof și heterotrof.

Un pas extrem de important, în istoria evoluției regnului vegetal și a întregii biosfere, s-a produs o dată cu cucerirea uscatului de către primele plante - psilofitele. Probabil în Silurianul superior (cu circa 400 mil. ani în urmă), la granița dintre apă și uscat, au putut lua naștere primele plante de uscat și anume pteridofitele primordiale – *Psilophytopsida* (fig. 491; 492). Din această perioadă datează primele fosile de psilofite descoperite. Originea lor trebuie căutată într-o grupă de alge verzi, cu dezvoltarea progresivă și devenirea treptată independentă a generației diploide (sporofitul) așa cum se află la Anthocerotopsida actuali – mușchi cornoși. Prin diferite caracteristici morfo-funcționale ale lor cum sunt: apariția rizoizilor pluricelulari (ca prototip al perișorilor absorbanți); rizomoizii subterani (ca prototip al rădăcinii); epiderma cu stomate și cuticula; fasciculele conducătoare; gametangii (anteridii și arhegoane); sporangii cu peretele protector alcătuit din celule sterile, precum și sporii rezistenți la uscăciune, psilofitele au reprezentat grupa de plante adaptate la viața terestră (de uscat) într-o măsură mult mai mare decât orice altă grupă de plante anterioare. Încă din Devonian (cu circa 350 mil. ani în urmă), din psilofite au luat naștere, polifiletic, toate celelalte grupe de pteridofite, care supraviețuiesc și astăzi (fig. 491).

BRIOFITELE, o altă grupă de plante terestre, au apărut mai târziu decât primele pteridofite şi anume în Carbonifer (cu circa 310 mil. ani în urmă) (fig. 491; 492). Originea acestora trebuie căutată în alge verzi haplonte de tipul *Coleochaete* sau *Chara*, cu tal parenchimatic, structura complexă a flagelilor şi diviziunea celulară prin fragmoplast. Primele briofite au fost mușchi hepatici simpli (tip Marchantiopsida) cu sporofit din puţine celule, dependent fiziologico-nutriţional de gametofitul pluricelular, mai dezvoltat, care susţine şi hrăneşte sporofitul. În timp ce la briofite a fost promovat gametofitul haploid, care reprezintă corpul de vegetaţie, la pteridofite (inclusiv la cele fosile) a fost promovat sporofitul diploid, care reprezintă corpul vegetativ diferenţiat în rădăcină şi lăstar (axa + frunze).

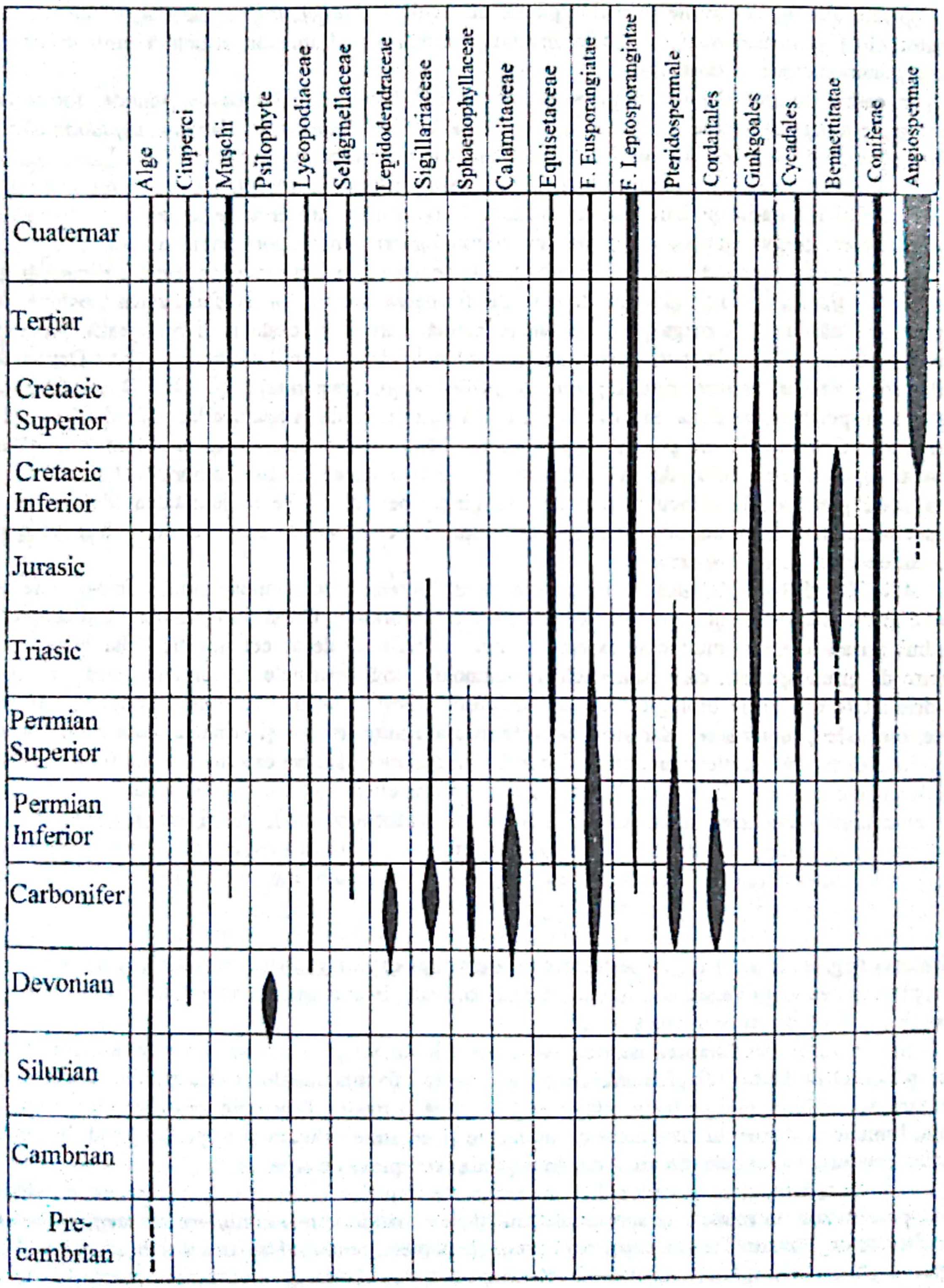


Fig. 492. Dezvoltarea celor mai importante grupe de plante pe durata istoriei Pământului (după Măgdefrau, din Strasburger, 1999)

În legătură cu tendința de creștere a dimensiunilor plantelor (ca o consecință a luptei pentru lumină), generația sporofitică diploidă, care la psilofite este un corm incomplet alcătuit din rizomoizi, rizoizi, telom (axa ancestrală a lăstarului) ramificat dichotomic, lipsit de frunze, terminat cu sporangi, la urmașii acestora, rezultați polifiletic, are loc, ca urmare a diviziunii muncii, o diferențiere a corpului în rădăcină și lăstar, ca organ cu axe și frunze. Concomitent cu dezvoltarea și diversificarea sporofitului, la pteridofite are loc o treptată reducere a dimensiunilor gametofitului (protalul) , care la *Pteropsida* este mic, taloidic și nevascularizat, în opoziție cu protalul de la mai primitivele *Lycopodiopsida*, unde acesta este masiv și vascularizat.

Toate liniile de evoluție paralelă de la Psilophytopsida și anume *Lycopodiopsida, Equisetopsida, Pteropsida* și ale primelor plante cu ovule – *Progymnospermae* (ca predecesori ai spermatofitelor) se deosebesc între ele în special prin mărimea frunzelor, structura purtătorilor de sporangi și construcția axei lăstarului.

În cadrul tuturor acestor grupe s-au format, din forme inițial erbacee, scunde, forme de creștere predominant lemnoase, în special arbori, în Paleofiticul Superior: *Calamites, Lepidodendron, Lepidostrobus, Sigillaria* ș.a., care au fost reconstituite din resturi fosile (fig. 491; 492).

La formele terestre, reducerea dimensiunilor gametofiților a dus treptat la împărțirea sarcinilor între gametofiții masculini și feminini, iar în cadrul sporofiților, trecerea de la izosporie (caracter plesiomorf) la anizosporie și apoi la heterosporie cu microspori și megaspori (caracter apomorf).

Fertilizarea greoaie a oosferei în arhegoane pe megaprotaluri independente, obligatoriu în prezența apei fluide, a fost înlocuită treptat de formarea semințelor și fertilizarea oosferei în megaprotaluri, născute din megaspori, pe plante mamă, care îi hrănește și îi protejează. Această progresie fundamentală, de la spori la semințe, a avut loc cu circa 350 mil ani în urmă (între Devonian și Carbonifer) când au apărut primele plante cu ovule (progimnosperme) (fig. 493). Din acestea au derivat gimnospermele, pe două linii evolutive. După puțin timp de la apariția lor, cele două linii de gimnosperme: *Coniferophytina* și *Cycadophytina*, ca plante exclusiv lemnoase, cu sistem conducător superior celui de la pteridofite, devin dominante în vegetația uscatului din Carbonifer, Permian (fig. 493) și mare parte a Mezofiticului (numită Era gimnospermelor). Pe la jumătatea Mezofiticului gimnospermele încep să se împuțineze ca număr de specii și ca ocupare a spațiului de viață și încep să fie înlocuite treptat de angiosperme.

ANGIOSPERMELE, încă de la început, s-au diferențiat de gimnosperme, printr-o serie de caractere morfo-anatomice și fiziologice derivate (de superioritate), dar și prin plasticitate și adaptare la mediul aerian-terestru, mult mai exigent și mai diversificat decât cel acvatic. Mai întâi, spre deosebire de gimnosperme, care sunt exclusiv lemnoase, angiospermele se caracterizează printr-o mare diversitate de forme biologice: de la lemnoase (arbori, arbuști, subarbuști, liane) la erbacee (perene, bianuale și unianuale), dar și forme intermediare între lemnos și erbaceu. Alte caractere de superioritate se referă la polenizarea mai eficientă prin numeroși factori externi: zoofilă (prin insecte, păsări, lilieci etc.), anemofilă, hidrofilă, etc. răspândirea mai eficientă a fructelor și semințelor prin mai multe modalități (zoochoră, anemochoră, hidrochoră, autochoră etc.), ca și grăbirea extremă a dezvoltării, adică apariția mult mai rapidă a florilor, chiar și la angiospermele lemnoase față de gimnosperme, dezvoltarea mai rapidă a gametofiților și cu consum mai mic de material și energie, precum și fertilizarea mai rapidă în raport cu gimnospermele.

De la sfârșitul Mezofiticului (Cretacicul Superior) până în zilele noastre (deci de aproape 100 mil. de ani) (fig. 492; 494) angiospermele s-au dezvoltat exploziv și au permis, ca niciodată până atunci, pătrunderea vieții vegetale și implicit a celei animale, în aproape toate mediile de viață, până la granița absolută a pustiurilor uscate și reci.

În concluzie, desfășurarea istorico-evolutivă a lumii vii pe Terra se poate caracteriza ca un proces periodic, de la trepte inferioare de organizare morfo-funcționale și structurale, la trepte de organizare din ce în ce mai perfecționate și mai adaptate la mediu. Procesele de diferențiere sunt, la început, limitate la domeniul sistemelor de molecule și organite celulare și treptat cuprind domeniul celulelor, țesuturilor și în cele din urmă duc la organe și complexe de organe.

Totodată, înmulțirea pietrelor de construcție ale treptelor inferioare de organizare, conduce, adesea, prin diviziunea muncii, la apariția de unități de construcție mai complexe ale treptei imediat superioare de organizare. Treapta superioară preia elementele treptei inferioare, le subordonează și le integrează pentru a asigura funcționarea armonioasă a noului întreg. Toate acestea conduc la o independență treptată sporită față de mediul înconjurător, în sensul unei optimizări structurale și funcționale ale organismului.

Evoluția lumii vii s-a desfășurat de-a lungul istoriei Terrei, ca un proces continuu dar cu viteze și ritmuri diferite, care s-au accelerat cu cât ne apropiem de zilele noastre. Astfel, algele (circa 3.500 specii) s-au diversificat timp de peste 600 mil. ani; pteridofitele (circa 1.200 specii) s-au diversificat în numai 400 mil. ani; gimnospermele (circa 1.000 specii dintre care astăzi se mai află circa 750 specii) au necesitat pentru diversificare și evoluție doar 200 mil. ani, iar angiospermele (circa 250.000 specii) își desfășoară evoluția și diversificarea de circa 150 (100) mil. ani până în zilele noastre.

Ființele și comunitățile pe care le formează sunt puse în situația, ca părăsind spațiile de viață stabile, aproape invariabile (ca de exemplu apa de mare) să pătrundă și se adapteze la spații de viață tot mai schimbătoare (ca de exemplu semipustiurile) și astfel să folosească posibilitățile de existență ale tuturor mediilor de viață ale planetei.

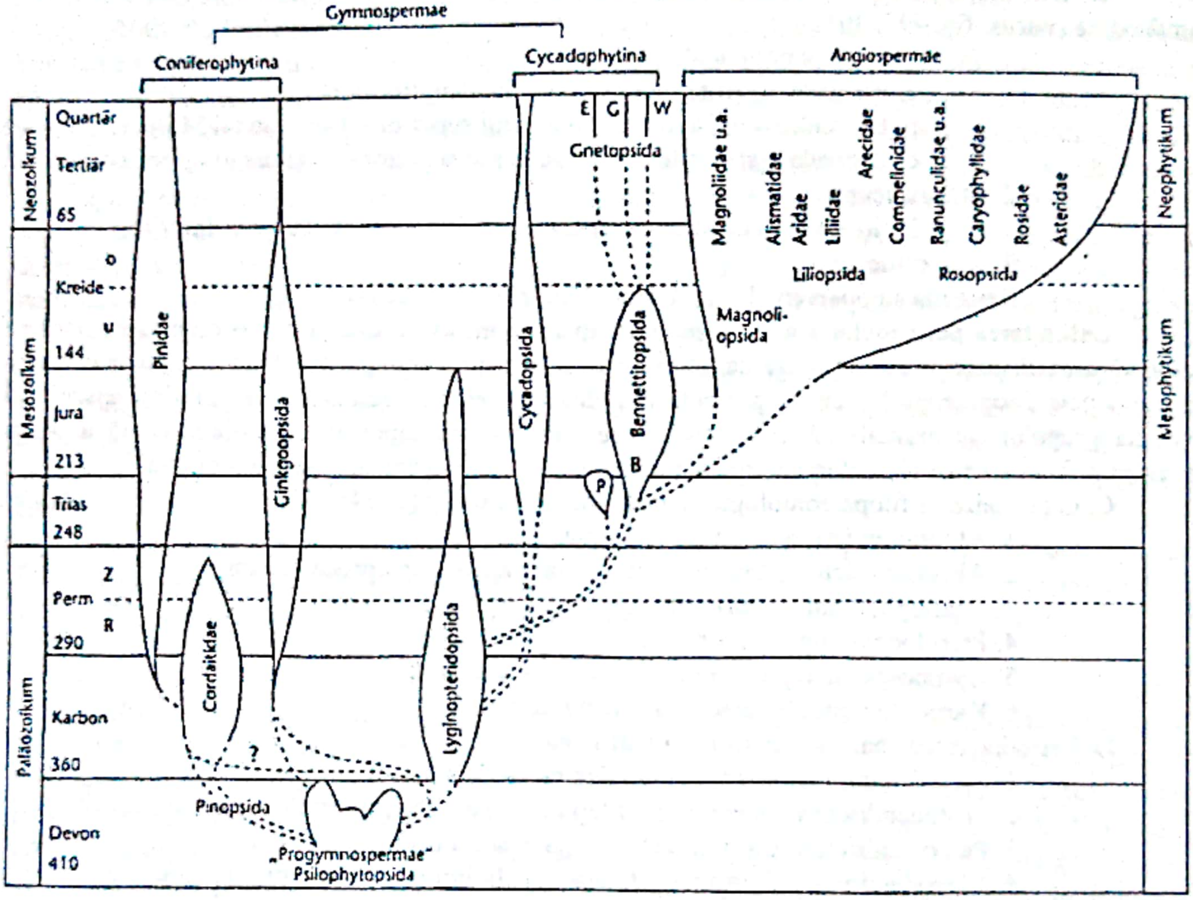

Gymnospermae
Coniferophytina
Cycadophytina
Angiospermae
Neozoikum
Mesozoikum
Paläozoikum
Quartär
Tertiär
65
o
Kreide
u
144
Jura
213
Trias
248
Z
Perm
R
290
Karbon
360
Devon
410
Pinidae
Cordaitidae
Ginkgoopsida
Lyginopteridopsida
Cycadopsida
E
G
W
Gnetopsida
Bennettitopsida
B
P
Magnoliidae u.a.
Alismatidae
Aridae
Liliidae
Arecidae
Commelinidae
Ranunculidae u.a.
Caryophyllidae
Rosidae
Asteridae
Liliopsida
Rosopsida
Magnoli-
opsida
?
Pinopsida
„Progymnospermae"
Psilophytopsida
Neophytikum
Mesophytikum

Fig. 493. Legături istorico-evolutive probabile între grupele de înrudire ale Spermatofitelor (*Spermatophyta*) și desfășurarea lor în epocile Terrei (cifrele la începutul formațiunilor reprezintă milioane ani). Liniile întrerupte sau lăsate alb reprezintă legături nesigure, nedocumentate prin descoperiri fosile. R – Permianul Inferior; Z – Permianul Superior; B – *Bennettitidae*; P – *Pentoxylidae*; E – *Ephedridae*; G – *Gnetidae*; W – *Welwitschiidae* (după F. Ehrendorfer in Strasburger, 1999)

D. ISTORIA SCOARȚEI PĂMÂNTULUI PE BAZE GEOLOGICE ȘI PALEONTOLOGICE

Aceasta a fost prezentată sub formă de ere geologice, acestea divizate în perioade, iar perioadele în epoci (fig. 494).

Pentru cunoașterea evoluției istorice a lumii vii, foarte importante sunt dovezile oferite de paleontologie, adică studiind resturile fosile. Pe baza cercetării acestora se pot stabili raporturile între formele actuale și altele din decursul evoluției, din ce strămoși dispăruți au putut proveni. De multe ori, dovezile paleontologice, deși din ce în ce mai numeroase, nu sunt suficiente. Adesea, trebuie făcute extrapolări la organismele actuale, prin cercetări comparative morfologice și anatomice, dar și moleculare.

Erele, perioadele, datarea lor la scara timpului geologic diferă la variați autori.

A. Din punct de vedere zoopaleontologic, după R. Soó (1963) periodizarea istoriei pământului este următoarea:

1. Azoicum (=Arhaic) când încă nu apăruse viața pe Terra;
2. Eozoicum (= Precambrian) apare viața pe Terra;
3. Paleozoicum (Etapa arhaică a istoriei Pământului). Aceasta cuprinde perioadele: Cambrian, Silurian, Devonian, Carbonifer și Permian.
4. Mezozoicum (Etapa mijlocie din istoria Pământului cu perioadele: Triasic, Jurasic, Cretacic;
5. Kainozoic (Etapa modernă din istoria Pământului) cu perioadele: Terțiar și Cuaternar.

B. Din punct de vedere fitopaleontologic, periodizarea istoriei Pământului (după Soó) este următoarea (vezi și fig. 492; 494):

1. Paleofiticum cu perioadele:
    a. Perioada algelor (Cambrian-Gotlandian Inferior);
    b. Perioada psilofitelor (Gotlandianul superior – Devonianul Mijlociu);
    c. Perioada pteridofitelor (Devonianul superior – Permianul Inferior);
2. Mezofiticum
    Perioada gimnospermelor (Permianul Superior – Cretacicul Inferior);
3. Kainofiticum
Perioada angiospremelor (Cretacicul Superior – zilele noastre).

Delimitarea perioadelor s-a făcut pe baza apariției masive a unor grupuri de plante. Dacă se compară această schemă cu periodizarea istoriei pământului pe baza apariției faunei se poate constata că perioadele fitopaleontologicе au premers întotdeauna treptele asemănătoare privind apariția și evoluția grupelor de animale. Acest fenomen se explică prin raporturile de dependență a lumii animalelor față de cea a plantelor, ca producătoare de substanță organică, hrana celor dintâi.

C. O periodizare fitopaleontologică a elaborat Andreansky (1954):

1. Abioticum (Archaicum) – fără viață;
2. Akaryobioticum (Precambrian – Cambrian) – etapa procariotelor;
3. Thallophyticum (Silurian);
4. Pteridophyticum (Devonian);
5. Gymnospermatophyticum (Carbonifer – Jurasic);
6. Karpophyticum (Cretacic –zilele noastre)

D. Periodizarea pe baza asocierii în formații vegetale:

1. Adendricum (-Silurian)- Etapa fără plante lemnoase;
2. Protodendricum (Devonian) – Etapa veche a tufărișurilor alcătuite din psilofite;
3. Paleodendricum (Carbonifer) – Etapa veche a pădurilor masive;
4. Mezodendricum (Permian – Cretacicul Inferior) - Etapa mijlocie de dezvoltare a pădurilor);
5. Kainodendricum (Cretacicul Superior – zilele noastre) – Etapa nouă a pădurilor

E. PERIODIZAREA PALEOBOTANICĂ A ISTORIEI PĂMÂNTULUI

Coroborând numeroasele date din literatura de specialitate: H. Fitting, H. Sierp, R. Harder, F. Firbas 1942; P.M. Jucovschi 1953; M. Chadefaud et M. Emberger 1960; R. Soó 1963; T. Elliot Weier et al. 1974; Magdefrau in Strasburger et al. 1998; F. Ehrendorfer in Strasburger 1999; E. Mayr 2004 etc, dar și din autori români, prin analogie cu paleozoologia (cu Precambrian, Paleozoic, Mezozoic și Neozoic (Kainoizoic) a fost întocmită periodizarea paleobotanică cu următoarele diviziuni: Proterofiticum, Paleofiticum, Mezofiticum și Neofiticum.

Cele două discipline, paleozoologia și paleobotanica fac parte dintr-o știință de graniță între geologie și biologie numită paleontologie. Aceasta studiază viețuitoarele din trecutul geologic al Terrei, pe baza resturilor fosilizate ale acestora, care au putut fi scoase la suprafață și cercetate complex și pluridisciplinar.

După cum reiese din fig. 492; 493; 494 nu există o suprapunere între periodizarea paleozoologică cu cea paleobotanică. Perioadele și epocile din periodizarea paleobotanică preced pe cele din periodizarea paleozoologică, deoarece producătorii primari (plantele) au reprezentat suportul de nutriție și de existență pentru animale, care au început treptat să se dezvolte și să se diversifice.

Prin cercetarea complexă a fosilelor, paleobotanica încearcă să reconstituie care au fost schimbările profunde ale florelor şi vegetaţiei, apei şi uscatului de la apariţia vieţii pe Terra, în urmă cu mai mult de 3 mld. ani. Dar şi cercetarea grupelor recente de plante, precum şi a arealelor lor, aduc noi date privitoare la condiţiile de mediu diferite din trecutul ecologic.

Flora şi învelişul vegetal actual al Pământului poate fi înţeles numai ca rezultatul unei lungi dezvoltări istorice. Această dezvoltare istorică a regnului vegetal trebuie înţeleasă numai în strânsă legătură cu transformarea geologică continuă a suprafeţei planetei noastre (oceane, continente, ridicarea lanţurilor muntoase etc.); cu schimbările învelişului gazos (atmosferă) cu privire la conţinutul de O_2 şi CO_2, stratul de ozon care absoarbe ultravioletele; temperatura, precipitaţiile etc. şi acestea strâns legate cu diversificarea şi evoluţia animalelor şi în cele din urmă cu evoluţia omenirii.

Pentru clarificarea istiriei florei şi vegetaţiei trebuie utilizate dovezi ale paleobotanicii (inclusiv ale palinologiei), ale geologiei, ale cercetării evoluţiei şi ale ştiinţei arealelor.

Resturile fosile de plante se menţin, de cele mai multe ori, numai în condiţii limitate, de obicei în sedimente marine sau limnice, turbe şi cărbuni. În aceste depozite cele mai bine sunt reprezentate unele grupe de alge, fragmente de lăstari, frunze, flori, polen, spori, seminţe sau fructe de la plantele vasculare. Aceste resturi de plante sunt descrise ca neamuri sau grupe dispărute sau, pe cât e posibil, sunt atribuite la taxoni actuali. Datorită structurilor lor particulare uimitoare, şi care nu se alterează în timp, sporii şi grăunciorii de polen se pot încadra, de cele mai multe ori, la taxoni cunoscuţi. Vârsta depozitelor cu resturi fosile, pe lângă cronologia relativă a geologiei, se sprijină şi pe prezenţa fosilelor dominante, vegetale şi animale, completate cu metode de determinare a vârstei. Vârsta rocilor este stabilită de minerale radioactive, după produsele de fisiune şi după timpul cunoscut de dezintegare al elementului mineral respectiv; de ex. $U^{238} \rightarrow Pb^{206} = 4,5 \times 10^9$ ani.

Pentru datarea resturilor organice din trecutul geologic recent (până în urmă cu circa 50.000 ani) se utilizează, în special, metoda carbonului radioactiv. Aceasta se sprijină pe aceea că legătura de carbon organică, raportul iniţial de ^{12}C:^{14}C în CO_2- ul atmosferic, prin dezintegrarea de ^{14}C în ^{14}N (cu timpul de înjumătăţire de 5730 ± 40 ani) se deplasează curent în favoarea lui ^{14}C (F. Ehrendorfer. 1999).

Ştiinţa arealelor, la cercuri de forme recente, permite, adesea, concluzii indirecte la istoria florei şi vegetaţiei. Astfel de concluzii se pot trage, cu atât mai corecte, cu cât specii, cu model de diferenţiere asemănător, se socializeazeă împreună într-un tip de floră sau tip de vegetaţie.

I. PROTEROFITICUL

Urmele cele mai vechi, cunoscute, de vieţuitoare pe Terra, provin dintr-un spaţiu de timp de 4 (3,5) mld. de ani înaintea prezentului (fig. 494), deci din Arhaic şi Proterozoicum, respectiv din Proterofitic. Nu se formase încă scoarţa terestră. Sedimentările cercetate (sulfuri feroase, ferocarbonaţi, ferosilicaţi, cremene) arată un mediu apos cu CO_2, N_2, H_2S, urme de CH_4, NH_3, H_2, cu mulţi compuşi organici simpli, la început fără, mai târziu cu un conţinut foarte mic de oxigen.

Apariţia primelor forme de viaţă s-ar fi produs, după toate probabilităţile, în marea din PRECAMBRIAN, în urma unor îndelungate procese fizico-chimice de formare a primelor corpuri organice cu membrane, microscopic de mici (microsfere, progenote). Au urmat procariotele unicelulare, asemănătoare bacteriilor şi algelor albastre de astăzi. Mai târziu se adaugă reprezentanţi filamentoşi pluricelulari ai acestora (cenobii).

Se cunoaşte că algele albastre-verzui cenobiale actuale secretă calcar, aşa cum au făcut şi înaintaşele lor din CAMBRIAN, de la care au rămas fosile de stromatolite (calcar algal), adică încrustaţii de calcar în tecile gelatinoase ale cianobacteriilor cenobiale, care trăiau în lungul ţărmurilor marine, la mică adâncime. Şi bacteriile cenobiale au lăsat resturi fosile sub forma unor tubuşoare speciale încrustate cu oxizi de fier. Vârsta acestora a fost datată prin metode specifice.

În această lungă perioadă de timp au apărut şi primele flagelate eucariote. Dintre acestea, au lăsat urme fosile numai cele care excretau, în mod specific, calcar (*Coccolithophoraceae*- le) sau cele care aveau pereţii celulari încrustaţi cu silice (Silicoflagelatele), care au apărut mai târziu decât primele.

Tot în Cambrian au apărut şi primele alge eucariote (roşii şi verzi), ciupercile acvatice şi primele protozoare. Dintre algele verzi, care au lăsat urme fosile, mai cunoscute sunt *Codiaceae*- le (*Siphonales*) şi *Dasycladaceae*- le (*Siphonocladiales*), care trăiesc şi astăzi în mările calde.

Aceste vieţuitoare timpurii s-au putut proteja faţă de radiaţia ultravioletă, foarte puternică în acea perioadă, prin legarea cu silicaţi sau carbonaţi conţinând şi fier. Unele dintre acestea au folosit reacții REDOX și au avut, astfel, posibilitatea de a utiliza energia rezultată din compuși minerali (Fe sau FeS).

Constatările biochimice lasă să se presupună că atunci, pe lângă o heterotrofie anaerobă primară, au existat deja forme de chemosinteză și fotosinteză (pe bază de H_2S și fără eliberare de O_2).

Ere	Perioade	Epoci	Ere (Grupe dominante)
NEOZOICUM (KAINOZOICUM)	Cuaternar (2)	Holocen (Alluvium)	NEOFITICUM Plante cu flori (angiosperme)
		Pleistocen (Diluvium)	
	Terțiar (65)	Pliocen	
		Miocen	
		Oligocen	
		Eocen	
		Paleocen	
MEZOZOICUM	Cretacic (144)	Maastricht	
		Campanian	
		Senonian	
		Turonian	
		Cenomanian	
		Albian	MEZOFITICUM Gimnosperme
		Aptian	
		Bareme	
		Neocomian	
	Jurasic (213)	Superior	
		Inferior	
	Triasic (248)	Superior	
		Inferior	
PALEOZOICUM	Permian (290)	Superior	
		Inferior	PALEO-FITICUM Plante vasculare inferioare (Pteridofite)
	Carbonifer (360)	Superior	
		Inferior	
	Devonian (410)	Superior	
		Mijlociu	
		Inferior	
	Silurian (440)		PROTERO-FITICUM Procariote Alge eucariote (roșii și verzi)
	Ordovician (500)		
	Cambrian (590)		
PRECAMBRIAN	Proterozoicum (3000)		
	Arhaicum (> 3000)		

Fig. 494. Periodizarea paleozoologică și paleobotanică a istoriei Pământului (după Strasburger, 1999 și Weier T. E., Stocking C. R. și Barbour G. M., 1974)

În structuri vechi, de 3 până la 1,6 x 10^9 ani din Africa și America de Nord s-a constatat o lărgire a diversității procariotelor. S-au găsit alge albastre-verzui asemănătoare cu *Oscillatoria* actuală, care au dus la formarea stromatolitelor. În formațiuni sedimentare din Australia, ceva mai recente (vechi de 1,5 – 0,9 x 10^9 ani) au fost găsite, uimitor de bine conservate, alge eucariote verzi unicelulare (*Caryosphaeroides*), oarecum asemănătoare cu *Chlorococcales*, la care s-au putut recunoaște stadii de diviziune celulară și chiar resturi de nuclei celulari. Alături de alge eucariote (verzi și roșii) s-au conservat, încă, mari comunități de bacterii, cianoficee, ciuperci acvatice și protozoare. Alături de aceasta și alte constatări au lăsat să se înțeleagă că până la începutul Cambrianului (înaintea prezentului cu circa 0,6 x 10^9 ani) a crescut conținutul de oxigen al atmosferei cu 0,2% (circa 1% din valoarea de astăzi). Astfel, a rezultat o mai suficientă absorbție a ultravioletelor și pentru prima dată a devenit posibilă o respirație aerobă eficientă a plantelor și animalelor.

În SILURIAN, în urmă cu circa 430-420 mil. ani, apar unele indicii care prevestesc apariția primelor plante de uscat, constând în meiospori cu peretele gros, traheide și resturi fosile asemănătoare Rhynialelor. Aceste prime plante terestre – psilofitele – aveau aspectul unor tufărișuri asemănătoare papurei, care formau covoare verzi de-a lungul țărmurilor. Dezvoltarea acestora pe spații largi se desfăşura la trecerea spre Devonian, cu care începe Paleofiticul. Dintre animale apar primele insecte şi primii peşti gnatostomi.

Această lungă perioadă de timp, ce s-a desfăşurat începând cu Precambrianul, continuând cu Cambrianul, Ordovicianul, Silurianul şi Devonianul Inferior mai este denumită „Era algelor".

II. PALEOFITICUL

În această lungă perioadă, pentru prima dată în istoria Terrei, în DEVONIANUL INFERIOR, se ajunge la formarea de comunităţi de viaţă terestre. Predominau efective erbacee mai puţin dense (sub 0,5 m înălţime), deseori şi amfibii, în locuri stabile umede de pe malul apelor sau în depresiuni mlăştinoase. Singurele reprezentante ale acestor prime plante terestre au fost Psilophytele, de talie mică, de tipul *Rhynia* şi *Zosterophyllum*, după aceea au apărut şi forme de talie mai mare şi apoi grupe de *Pteridophyta* cu mai înaltă organizare a corpului.

Caracterele anatomice au demonstrat că aceste vechi plante erau adaptate la viaţa de uscat, însă gospodărirea apei era prost reglată şi puţin eficientă.

Pe vremea primelor plante de uscat dintre *Pteridophyta*, conţinutul în oxigen al atmosferei se ridica la circa 2%. În afara Psilophytelor, variate şi dominante (ca *Psilophyton, Trimerophyton*), în Devonianul mijlociu apar precursori ai *Lycopodiopsida* (ca de ex. *Asteroxylon, Drepanophycus* ş.a.), ai Equisetopsida (precum *Protohyenia*), ai *Pteropsida* (ca *Pseudospronchnus, Cladoxylon*) precum şi ai primelor plante cu ovule (*Progymnospermae*) ca *Aneurophyton*, cu deja indicii de creştere secundară în grosime.

În CARBONIFER (cu circa 360 mil. ani în urmă) încep să se formeze primele păduri vaste ale biosferei, cu arbori de peste 30 m înălţime. Părţi ale biomasei lor s-au carbonizat şi s-au format rezervele de huilă ale Terrei. Formarea depozitelor de huilă în Carboniferul târziu a fost uşurată de apariţia unor bazine interioare şi laterale de apă, în urma orogenezei, unde s-au putut forma mlaştini întise, în care se puteau stratifica şi carboniza trunchiurile de arbori. Zona centrală a acestor păduri ale cărbunelui cuprinde Europa şi estul Americii de Nord, porţiuni mai mici în Siberia şi Asia de Est. Toate aceste teritorii se caracterizau printr-o climă (sub)-tropicală, uniform umed-caldă. Printre altele, aceasta a fost dedusă din faptul că arborii nu prezentau inele anuale, nici muguri de repaus, iar anatomia frunzei avea caracteristicile pădurii subtropicale etc. Concentraţia de CO_2 şi O_2 în atmosferă avea valori apropiate de cea de astăzi. În aceste condiţii climaterice favorabile creşteau păduri întinse de mlaştină, în care predominau arbori din *Equisetopsida* (precum *Archaeocalamites, Calamites* ş.a.), *Lycopodiopsida* (ca *Lepidodendron, Sigillaria* ş.a.) precum şi *Cordaitale*. Aceste comunităţi de viaţă erau destul de bogate în specii. Astfel, în Carboniferul târziu, acestea cuprindeau 300 specii pteridofite, 200 specii gimnosperme, angiosperme - 0 specii. Aceste comunităţi vegetale prezentau o zonare în funcţie de umezeală, stratificare, lanţuri trofice cu producători, consumatori primari şi secundari: animale precum batracieni, primele reptile, păienjeni, miriapode, unele insecte (ca de ex. Coleopterele); descompunători (ciuperci şi bacterii), paraziţi, simbioze cu pteridofitele şi Cordaitales.

Pădurile Carboniferului erau zonate în raport cu umezeala solului. În locurile mlăştinoase se aflau efective de *Equisetopsida* (mai sus amintite), urmau arborii brădişor (*Sigillaria* şi *Lepidodendron*), înalţi de până la 40 m şi diametrul trunchiului până la 2 m, cu o floră însoţitoare alcătuită din ferigi arborescente nu prea înalte (ex. *Marattiales*), apoi Pteridospermalele (sub formă de tufe sau liane) şi o pătură erbacee de *Sphenophyllales*, plante-muşchi frondoşi şi hepatici ş.a. Locurile stabile, mai depărtate de apă, erau ocupate de diverse *Cordaitales*, superior organizate în raport cu Lepidodendralele în ce priveşte absorbţia, conducerea şi gospodărirea apei (de ex. *Baiera*) precum şi pinaceele vechi (*Voltziales*).

Începând cu PERMIANUL SUPERIOR clima devine din ce în ce mai uscată. Pădurile Carboniferului nu puteau face faţă acestor schimbări climatice, încât, cele mai multe, n-au supravieţuit acestei treceri de la Paleofitic la Mezofitic. De aceea, Permianul Târziu este considerat cimitirul florei antice. Au dispărut în masă cele mai multe specii lemnoase ale florei Carboniferului, dar au apărut altele mai adaptate la clima în schimbare, precum unele *Ginkgoales, Cycadales, Pinales* (*Voltziales*) şi prosperau în păduri ferigile superioare (*Pteropsida*).

Concomitent cu pădurile Carboniferului din Emisfera de Nord de astăzi, în Emisfera de Sud, şi anume în Africa de Sud, sudul Americii de Sud, Antarctica, Australia, India, s-a dezvoltat aşa numita „floră Gondwana", complet deosebită şi mai săracă în specii faţă de cea din Emisfera de Nord. Toate masele continentale enumerate mai sus nu erau despărţite şi formau împreună continentul Paleozoic Gondwana, cu o climă moderat-răcoroasă şi cu urme de gheaţă. În comunităţile de viaţă ale acestuia preponderente erau Pteridospermele (ca de ex. *Glossopteris* ş.a.), diferite Pteridofite şi Conifere (cu lemn cu structură secundară).

Aceste constatări, asupra florei vechiului continent Gondwana, reprezintă un argument în favoarea cunoscutei teorii a „derivei continentelor", elaborată de savantul german A. Wegener. În favoarea acestei teorii, pe lângă multe dovezi, ca de exemplu paleomagnetismul rocilor eruptive şi sedimentare, concordanţe ecologic-paleontologice, se aduc şi cele privitoare la asemănarea florelor din actualele mase continentale sudice, desprinse ulterior din vechiul continent Gondwana.

Paleofiticul, care s-a desfăşurat de-a lungul perioadelor Devonian, Carbonifer până în Permianul Mijlociu, mai este denumit şi era criptogamelor vasculare şi a prefanerogamelor (*Pteridospermales, Caytoniales, Cycadales, Cordaitales* şi *Ginkgoales*).

III. MEZOFITICUL

Mezofiticul domeniilor continentale nordice a început în Permianul Superior, înainte cu circa 260 mil. ani, până în Albian (sfârşitul Cretacicului Inferior).

În Triasic clima devine persistent uscată şi astfel favorizează dezvoltarea unei bogate flore cu adaptări xeromorfe, ca de exemplu coniferele timpurii (*Voltziales*). Sunt defavorizate, însă, florele din Carbonifer-Permianul Superior, care încep să dispară, şi anume Cordaitalele, cele mai multe *Pteridospermales* şi *Sphaenophyllales*.

În Triasicul Superior apar şi primii dinosauri şi mamiferele inferioare (Marsupialele).

Dezvoltarea florelor, care au urmat după aceea, a cuprins şi continentul sudic Gondwana. În aceste flore mai târzii ale Mezofiticului, între Pteridofite predomină Eusporagiatele şi Leptosporangiatele iniţiale (*Marattiaceae, Osmundaceae, Matoniaceae, Dipteridaceae, Schizeaceae*), care astăzi se menţin ca relicte (în zona tropicală a Asiei de Est). Se deversifică mult Ginkgoalele (alături de *Baiera* mai apar 10-11 genuri). Genul *Ginkgo* s-a răspândit din Jurasicul Inferior până în Cretacicul Superior peste aproape întrega zonă Holarctică. Genul *Araucaria*, larg răspândit pe glob în Jurasic şi Cretacic, începând, însă, cu Terţiarul, şi-a restrâns treptat arealul, încât astăzi se află în câteva locuri (din America de Sud şi Pacificul de Vest).

În Jurasic a început îndepărtarea maselor continentale din vechile continente: Gondwana (din Emisfera Sudică) şi Laurasia (din Emisfera Nordică) şi se formează continentele în configuraţia actuală. Apar, dintre alge, diatomeele şi pirofitele.

În Jurasic-Cretacicul Inferior pier unele conifere (ca de ex. *Cheirolepis*) dar şi ai *Podocarpaceae*- lor (din Emisfera de Sud), dar şi ai *Taxaceae*- lor, *Cephalotaxaceae*- lor, *Taxodiaceae*- lor şi posibil ai *Pinaceae*- lor (din Emisfera de Nord).

Pentru flora mezofitică sunt caracteristice, însă, unele grupe de gimnosperme: *Cycadophytina* cu *Cycadales* (astăzi cu areal disjunct) şi pieritele *Nilssoniales*; *Bennettitopsida* şi unele *Pteridospermae* (ca *Peltaspermaceae, Caytoniales*) şi Coniferele în continuă diversificare şi expansiune.

Faţă de Carbonifer s-au diversificat tot mai mult plantele vasculare (pteridofitele şi gimnospermele), însă concomitent s-au diferenţiat mai pregnant biocenozele din punct de vedere al locului stabil, în legătură cu accentuarea climei uscate.

Interferenţele şi interdependenţele dintre aceste plante şi unele grupe de animale terestre (ca de ex. insecte, reptile şi unele păsări) s-au întărit şi mai mult în legătură cu polenizarea florilor bisexuate ale *Bennettitopsida*, răspândirea seminţelor cărnoase prin intermediul reptilelor (saurochoria) ş.a.

Prin dezvoltarea luxuriantă a multor grupe de gimnosperme care dădeau fizionomia comunităţilor vegetale, Mezofiticul mai este numit şi era gimnospermelor.

IV. NEOFITICUL

Se divide în: Neofiticul vechi: Cretacicul Superior
Neofiticul mijlociu: Terţiar
Neofiticul cel mai tânăr: Cuaternar
(după F. Ehrendorfer, 1999)

a. Neofiticul vechi: Cretacicul Superior

La sfârşitul Jurasicului şi începutul Cretacicului a avut loc un eveniment de o excepţională însemnătate pentru lumea vegetală dar şi animală, şi anume, au apărut primele angiosperme, adică gruparea cea mai mare şi ultimă a florei. În Cretacic au apărut şi ciupercile cele mai evoluate – bazidiomicetele, ca parazite, saprotrofe dar şi cele simbionte. La sfârşitul Cretacicului a apărut şi grupa cea mai evoluată de mamifere – placentarele. A avut însă loc şi extincţia în masă a dinozaurilor şi a altor numeroase grupe de organisme terestre şi marine, datorită impactului unui asteroid cu Pământul (evenimentul Alvarez).

În Cretacic, de la Cretacicul Inferior până la Cretacicul Superior, (înainte cu circa 110 mil. ani) au început să se diversifice foarte mult angiospermele. La început, subordonate ca importanţă gimnospermelor şi pteridofitelor, treptat au devenit predominante în cele mai multe biocenoze terestre.

Cercetările palinologice, începând din Cretacicul Inferior, au lăsat să se presupună că expansiunea în spaţiu a angiospermelor timpurii a pornit din domeniul tropical de atunci şi din zona de margine a Atlanticului de mijloc. Prin aceste cercetări s-au evidenţiat progresii în domeniul polenului şi frunzelor, o diversificare a lor după formele biologice (lemnos → erbaceu) şi adaptări la locurile stabile (umede → uscate).

De-a lungul Cretacicului (144-65 mil. ani) s-au dezvoltat grupele principale de angiosperme, care treptat au ocupat largi teritorii, cum ar fi arealele holarctice, pantropicale, paleotropicale şi sud-emisferice, rezultate în urma divizării vechilor continente Gondwana şi Laurasia în masele continentale cu configuraţia actuală.

b. Neofiticul mijlociu: Terţiar

La trecerea de la Cretacic la Terţiar, între plantele vasculare, cea mai diversificată era flora angiospermelor. Acestea au devenit dominante asupra tuturor grupelor de plante vasculare, în special în spaţiile de viaţă terestre, mai calde şi mai bogate în substanţe nutritive. Aceste noi biocenoze, dominate de antofite, au reprezentat mediile ecologice, unde s-au integrat şi diversificat mari grupe de animale, şi în special, insecte, păsări şi mamifere.

În Terţiarul Inferior (Paleocen, Eocen şi Oligocen) domina o climă subtropicală, echilibrată sub raportul temperaturii şi precipitaţiilor. Chiar şi în Emisfera de Nord temperată (Europa şi America de Nord) se dezvoltau păduri de foioase cu frunze veşnic verzi dintre *Lauraceae* (de ex. *Cinnamomum*), *Moraceae* (*Arctocarpus, Ficus* ş.a.), *Juglandaceae* arhaice (de ex. *Engelhardia*), palmieri (*Elaeis, Sabal* ş.a.) dar şi ferigi tropicale (*Matonia* ş.a.). Astfel de păduri tropicale se întindeau până în regiunea arctică de astăzi (Groenlanda, Alasca).

În Terţiarul vechi al domeniului Holarctic, pe vaste întinderi dominau păduri mixte, de foioase şi conifere, bogate în specii. Cercetările palinologice au dovedit că în aceste păduri se aflau şi genuri care se află şi astăzi în Europa temperată, precum: *Quercus, Tilia, Populus, Salix, Fraxinus, Alnus, Betula, Corylus, Platanus, Picea, Pinus*, ş.a. dar şi unele genuri care din Europa au dispărut, dar se află încă în America de Nord sau Asia de Est, ca: *Taxodium, Sequoia, Tsuga, Magnolia, Liriodendron, Sassafras, Liquidambar, Carya, Diospyros* ş.a.

Pentru europa Centrală şi de Vest, în Eocen se presupune că temperatura medie anuală era de 22 ^{0}C. Resturi fosile ale acestei flore tropicale au fost găsite în diferite locuri din Germania şi în zona Mării Baltice. Acestea aparţin la *Cornales* (*Mastixiaceae*), *Annonaceae, Theaceae, Pandanaceae* şi unele ferigi arborescente (*Cyatheaceae*). Astăzi, aceşti reprezentanţi sunt limitaţi numai la zone tropicale, dar şi aici în regres.

Din pădurile terţiare de conifere (între Eocen şi Miocen) care ocupau zonele de mlaştină s-au format importante zăcăminte de cărbuni. La formarea acestora au luat parte unele genuri, care astăzi se află numai în America de Nord, ca *Taxodium, Sciadopitys, Sequoia*, iar dintre foioase *Nyssa* (*Cornales*).

Zonarea pădurilor terţiare se prezenta, în linii generale, astfel: În apă se aflau *Nymphaeaceae* (*Nymphaea, Brasenia* ş.a.), urma o zonă cu stufărişuri, păpuriş cu ciperaceae, apoi o pădure de smârcuri cu *Taxodium, Nyssa, Bromeliaceae* etc. Mai departe de apă se formau păduri de mlaştină cu *Myrica, Liquidambar, Cyrilla* (*Theales*), ferigile *Osmunda, Caytonia* ş.a. Biotopurile mai uscate erau ocupate cu păduri de *Sequoia, Sciadopitys*, palmierul *Sabal*, feriga volubilă *Lygodium* ş.a. Aceste ultime genuri au pierit din Europa, iar în zona tropicală sunt relicte (F. Ehrendorfer, 1999).

Terţiarul tânăr (Miocen-Pliocen) (început cu circa 23 mil. ani în urmă) s-a caracterizat printr-o răcire accentuată a climei, care a prevestit perioadele glaciare ale Cuaternarului. Procesele orogenice au dus la ridicarea lanţurilor de munţi (Alpi, Himalaia, Cordilieri ş.a.), a avut loc o restrângere a bazinelor marine şi implicit o continentalizare a climei. Zonele şi etajele de vegetaţie s-au deplasat spre sud, iar speciile termofile tropicale au pierit.

În Terţiar, ca o consecinţă a uscăciunii crescânde şi o continentalizare a climei, a avut loc o diferenţiere treptată a florelor xerofile ale savanelor, stepelor, semi-pustiurilor şi răspândirea largă a lor în lume. În corelaţie directă cu răspândirea savanelor şi stepelor a fost apariţia erbivorelor mari şi mici consumatoare de iarbă (paricopitatele şi imparicopitatele).

Ca rezulat al ridicării lanțurilor muntoase, din Terțiarul mijlociu până în Cuaternar, s-au format florele alpine și subalpine ale Holarcticii, cu specii erbacee caracteristice aparținând la genurile *Saxifraga, Draba, Primula, Gentiana, Carex* etc. În spațiul european-mediteranean florele alpine concentrează genuri ca: *Sempervivum, Helianthemum, Soldanella, Homogyne, Sesleria, Festuca, Juncus* ş.a.

În Terțiar a apărut și Omul de Neanderthal.

c. Neofiticul cel mai tânăr: Cuaternar

Marile schimbări climaterice, care au început din Pliocen (Terțiar), s-au accentuat extrem cu circa 2 mil. ani în urmă și au culminat cu succesiunea rapidă a perioadelor reci și calde ale Cuaternarului.

Glaciațiunile Cuaternarului se divid în: Pleistocen (Diluviu) și Holocen (Aluviu).

În timpul perioadelor reci, întinse suprafețe ale Americii de Nord, N-V Europei, N-V Siberiei au fost acoperite cu calote de gheață cu grosimea de circa 3.000 m. Porțiuni mai mici de gheață purtau munții din sudul Europei, Asiei, zona tropicelor, Alaska. Resturi ale acestor ghețari pleistocenici se mai păstrează și astăzi în Groenlanda și Antarctica (cu munți de peste 4000 m înălțime).

Clima glaciară, cu temperaturi mai scăzute cu până la 8-12 ^{0}C, a acționat ca dușman al vegetației în afara ținuturilor acoperite de gheață. Nivelul mărilor cobora cu până la 200 m, se extindea uscatul.

În ținuturile Mării Mediterane și Saharei, perioadelor reci le corespundeau, adesea, perioade cu ploi abundente (pluviale). În perioadele calde, interglaciare, se topeau gheturile și se instalau din nou condiții de climă temperată.

Foarte bine cunoscute pentru Europa sunt cele 4 glaciații: Günz, Mindel, Riss și Würm. Între aceste glaciații se intercalau perioade calde, interglaciare.

Ca urmare a acestor perioade, au avut loc peste tot, deplasări ale arealelor și zonelor de vegetație, numeroase neamuri terțiare au dispărut, altele noi au apărut, pe baza hibridizării și poliploidiei. Foarte mult afectate au fost domeniile apropiate de ghețari din Europa și nordul Americii de Nord.

Datorită înaintării spre sud a ghețarilor, flora s-a retras spre sud în așa numitele refugii glaciare, unde a supraviețuit până în zilele noastre. Sunt cunoscute refugiile: mediteranean (divizat în ponto-mediteranean, adriatico-mediteranean), usuric, caspic, caucazian ş.a.

Din aceste refugii, în perioadele interglaciare au fost colonizate din nou teritoriile din nord, după retragerea ghețarilor. În acest mod se explică existența unei vegetații termofile terțiare, de foioase și de conifere. În Alaska și Asia de N-E nu au avut loc glaciațiuni și, astfel, s-a păstrat flora nordică, arctică.

În Europa și Asia vestică, retragerea vegetației termofile spre sud a fost împiedicată de lanțurile de munți cu orientare latitudinală ca Alpii, Pirineii, Caucazul, Himalaia ş.a., care erau acoperite cu gheață. Din această cauză vegetația termofilă a pierit în cea mai mare parte.

Epoca glaciară a contribuit la apriția florei arctice, rezistente la îngheț, între care locul principal îl ocupă speciile erbacee și subarbustive cu frunze veșnic verzi ca *Vaccinium vitis-idaea, Ledum palustre, Empetrum nigrum* sau verzi vara ca *Dryas octopetala* ş.a., specii de briofite cum sunt cele din genul *Sphagnum, Hypnum* ş.a., dar și conifere și foioase rezistente la îngheț.

Datorită predominării angiospermelor asupra tuturor grupelor de plante, Neofiticul se mai numește era angiospermelor (plantelor cu flori).

În Holocen (cu circa 150.000 ani în urmă) a apărut omul actual (Homo sapiens) și treptat a avut loc desăvârșirea tipurilor umane actuale, apariția culturii materiale.

F. SCHIMBAREA ŞI DISPARIŢIA SPECIILOR

În tot cursul istoriei Terrei, de la apariția vieții, cu circa 3,8 mld. de ani în urmă, vegetația și fauna, compoziția acestora în specii, s-a schimbat periodic.

Paleontologii au constat schimbarea biotei de la o perioadă geologică la următoarea. Unele specii vechi dispar și noi specii apar. În permanență un număr de specii, relativ mic, se îndreaptă spre extincție, ca o parte a procesului ecologic și evolutiv. Am putea spune că, așa cum de-a lungul perioadelor geologice unele grupe de plante au dispărut și au fost înlocuite cu altele mai perfecționate, mai adaptate mediului în schimbare, tot astfel și angiospermele ar putea, într-un anumit timp geologic, să dispară, neputând însă anticipa cu ce alte grupe de plante ar putea fi înlocuite.

Această extincţie naturală, de fond, s-a produs continuu de la apariţia vieţii pe Pământ. Cauzele sunt numeroase. Determinantă este, însă, capacitatea limitată de schimbare a fiecărui genotip, în raport cu anumite schimbări ale mediului de viaţă, mai ales cele bruşte, climatice sau apariţia bruscă a unui concurent, prădător sau patogen. Când apare o astfel de urgenţă, dacă populaţia respectivă nu are timp să pună la punct o restructurare genetică adecvată, consecinţa este extincţia. În acest caz, populaţia respectivă, dacă nu este capabilă să producă descendenţi care să înlocuiască pierderile suferite din cauze naturale, aceasta se va stinge.

După cum sublinia Darwin „un organism nu trebuie să fie decât suficient de bun pentru a concura cu succes competitivii lui obişnuiţi". Cu cât o populaţie este mai mică cu atât ea este mai expusă dispariţiei. Există, însă, şi excepţii, când o populaţie mică poate fi deosebit de rezistenţă la o extincţie.

Pe lângă extincţia naturală, determinată de cauze biologice şi presiunea selecţiei naturale, paleontologii folosesec uneori şi termenul de pseudoextincţie, care se referă la procesul prin care o specie poate evolua în altă specie şi primeşte, astfel, un nou nume de la taxonomişti. Numele ancestral dispare, dar dispariţia este numai aparentă, determinată de o schimbare de nume (E. Mayr, 2004).

Alte cauze ale dispariţiei unor specii sau taxoni sunt determinate de competiţia pentru resursele de hrană. Resursele de hrană se pot epuiza şi astfel intră în competiţie pentru aceasta indivizii unei specii (competiţie intraspecifică) sau din specii diferite (competiţie interspecifică). Dacă competiţia pentru hrană dintre două specii este prea dură, una dintre acestea va fi eliminată.

Două sau mai multe specii concurente nu pot coexista timp nelimitat, dacă utilizează aceleaşi resurse de hrană. Competiţia dintre două specii pentru aceleaşi resurse limitate de hrană, pare să fie motivul pentru care una din ele dispare. Competiţia pentru hrană este componenta majoră a presiunii selecţiei naturale, a luptei pentru existenţă.

Diferit faţă de dispariţia continuă a speciilor individuale din cauze biologice, care a avut loc încă de la apariţia vieţii pe Pământ, istoria a consemnat şi aşa numitele dispariţii în masă.

Pentru dispariţia în masă a multor specii animale şi vegetale, cauzele pot fi reprezentate de o schimbare drastică a climatului Terrei sau a compoziţiei chimice a atmosferei terestre. Sunt cunoscute în istoria Pământului câteva astfel de evenimente cu urmări catastrofale pentru biota unui areal. La sfârşitul Permianului, din astfel de cauze au dispărut 95 % dintre speciile existente atunci. De aceea Permianul etse considerat „cimitirul florei antice".

Pe lângă acest fenomen din Permian au mai existat în istoria Pământului încă trei dispariţii în masă, importante, în Triasic, Devonian şi Ordovician, care au dus la dispariţia a 76-85% dintre speciile vegetale şi animale existente atunci. Grupurile care au suferit extincţia au fost, însă, înlocuite cu alte grupe de specii cu o evoluţie rapidă.

O dispariţie în masă, determinată, de data aceast de cauze fizice, este cea de la sfârşitul Cretacicului, care printre altele a dus la exterminarea dinozaurilor şi a numeroase alte organisme marine şi terestre. Foarte mult timp cauzele acestei dispariţii dramatice au rămas o enigmă. Cea mai plauzibilă explicaţie a dat-o fizicianul american W. Alvarez, care a sugerat că aceasta s-ar fi datorat impactului unui asteroid cu Pământul, în urmă cu circa 56 mil. ani în urmă. Confirmarea a venit mult mai târziu, când a fost descoperit craterul acestui impact în vârful Peninsulei Yucatan din America Centrală. Norul imens de praf, produs de acest impact, a dus la scăderea temperaturii şi a luminozităţii pe întrega planetă, împreună cu alte condiţii nefavorabile vieţii, care au determinat dispariţia unei mari proporţii din biota existentă atunci. Au supravieţuit însă, unele grupe de animale (şerpii, sopârlele, crocodilii, broaştele ţestoase şi, de asemenea, unele specii de păsări nocturne), dar şi de plante (ferigi, Ginkgo biloba, angiosperme lemnoase şi acvatice, ciuperci etc.), care, apoi, s-au răspândit spectaculos în toate diercţiile, în cursul primilor 20 mil. ani ai Terţiarului.

În momentul de faţă parcurgem o altă perioadă de dispariţie în masă a unor specii vegetale şi animale, determinată de activităţile umane, cu corolarul lor poluarea şi distrugerea habitatelor, degradarea generală a mediilor de viaţă.

Ratele extincţiei sunt estimate azi a fi de 40 până la 400 ori mai mari decât cele estimate până în anul 2000. Cel puţin 2/3 din pădurile tropicale, cu cea mai mare biodiversitate, au dispărut. De asemenea, au dispărut până la 1 milion de specii, dintre cele ce populează Pământul, majoritatea dintre acestea înainte de a fi cunoscute ştiinţei (Yatskievych G., Spellenberg R., 1965-1973). P.H. Raven (1987) estimează că rata extincţiei este de 1-2 specii pe zi, iar în următoarele 2-3 decenii în jur de 200 specii pe zi. Consecinţele asupra micşorării biodiversităţii pe întreaga planetă pot fi catastrofale şi se pot repercuta asupra societăţilor umane.

Perioada actuală de extincţii ale speciilor are loc mult mai repede,în decurs de câteva secole (şi nu mii sau zeci de mii de ani ca cele din perioadele geologice trecute), însă noile grupuri de specii nu sunt capabile să evolueze destul de repede şi să le înlocuiască pe cele dispărute sau pe cele pe cale de dispariţie.Deci, are loc o încetinire a procesului evolutiv concomitent cu o pierdere şi sărăcire permanentă a biodiversităţii.

Nivelurile de extincţie în lumea plantelor sunt de o gravitate mai redusă în zonele temperate în raport cu cele din zonele tropicale, care conţin, după cum se cunoaşte, între 50-90% dintre toate speciile de vieţuitoare.

Dispariţii în masă, de mai mică amploare, au fost determinate de unele cauze naturale, cum ar fi apariţia unor perioade aride ale climei. Astfel, în Pliocen, cu circa 6 mil. ani în urmă, în America de Nord, aridizarea climei a dus la înlocuirea plantelor erbacee moi (cu tip de fotosinteză C_3) cu plante erbacee aspre, tari cu conţinut mare de siliciu (cu fotosinteza C_4). Toate speciile de cai, care se hrăneau cu frunzele plantelor moi, au dispărut, cu excepţia celor cu dinţi mai lungi, adaptaţi la hrănirea cu frunze tari, aspre (E. Mayr, 2004).

Dispariţia megafaunei din unele continente mari (inclusiv Australia) dar şi de pe unele insule (Madagascar, Noua Zeelandă, Hawaii ş.a.) s-a datorat, pe lângă vicisitudinile climatice, şi omului, ca vânător cu arme de foc.

Multe dintre speciile dispărute au lăsat resturi fosile, care au permis paleontologilor să le cerceteze. Datele furnizate de fosile, împreună cu secvenţele moleculare, sunt cele mai convingătoare dovezi privind evoluţia.

Dintre unele grupe de plante, în trecut abundente şi foarte răspândite, s-au păstrat numai puţine genuri sau specii: genul *Equisetum; Ginkgo biloba* (numai cultivat de om); *Araucaria* (în America de Sud); *Sequoiadendron* (numai în America de Nord). În prima jumătate asec. XX, în China a fost descoperită *Metasequoia*, o adevărată fosilă vie, care a dispărut din America de Nord cu mult timp în urmă. Relativ rare, în stare sălbatică, sunt şi speciile de *Magnolia, Laurus, Liriodendron. Cycas, Castanea* ş.a. Dacă unele grupe au dispărut total ca elemente ale florei, în noile condiţii climatice au apărut noi ordine şi familii de plante, care, fiind mai bine adaptate, prosperă şi se răspândesc pe areale din ce în ce mai mari.

Cu privire la durata în timp a erelor şi perioadelor, părerile specialiştilor nu concordă. Se consideră că acestea s-au desfăşurat pe o durată de timp de 1,5-2,5 mld. ani. Cea mai lungă a fost Proterofiticul, urmat de Paleofitic, apoi Mezofitic, iar cea mai scurtă Neofiticul. Ca şi în alte numeroase situaţii, cu cât ne apropiem de zilele noastre, durata în timp a erelor şi perioadelor s-a micşorat continuu.

BIBLIOGRAFIE

1. **ALEXOPOULOS C.J., MIMS C.W., BLACKWELL Meredith. 1996.** *Introductory Mycology.* Fourt Edition. John Wiley & Sons, Inc. U.S.A.
2. **ANDREI M. 1978.** *Anatomia plantelor.* Edit. Did. şi Ped. Bucureşti
3. **ANDREI M. 1988.** *Noua biologie a polenului.* Revista Natura. n^0. 2. SSB Bucureşti. pp. 52-54
4. **ANDREI M. 1997.** *Morfologia generală a plantelor.* Edit. Enciclopedică Bucureşti
5. **ANGHEL Gh. 1946-1947.** *Graminee din flora pajiştilor.* Editat de Soc. Studenţilor Ingineri Agronomi. Bucureşti
6. **ANGHEL Gh., RĂVĂRUŢ M., TURCU Gh. 1971.** *Geobotanica.* Edit. Ceres Bucureşti
7. **ANGHEL Gh., CHIRILĂ C., CIOCÂRLAN V., ULINICI A. 1972.** *Buruienile din culturile agricole şi combaterea lor.* Edit. Ceres. Bucureşti
8. **ANGHEL Gh., NYÁRÁDY A., PĂUN M., GRIGORE S. 1975.** *Botanica.* Edit. Did. şi Ped. Bucureşti
9. **ANGHEL I. 1978.** *Citologie vegetală.* Edit. Did. şi Ped. Bucureşti
10. **ARSENE G.-G.** 2004. *Botanica 1. Citologia, Histologia, Organele vegetative.* Edit. Brumar. Timişoara
11. **ARDELEAN A., MOHAN Gh. 2006.** *Botanica sistematică.* „Vasile Goldiş" University Press. Arad
12. **BALAŞEV L.L. (red.) 1970.** *Slovari poleznâh rastenii na dvadtati evropeiskih iazâkah.* Izdatelstvo „Nauka". Moskva
13. **BĂLTĂREŢU A. 1987.** *Fructele pământului.* Colecţia Cristal. Edit. Albatros Bucureşti.
14. **BĂLTEANU Gh. 1979.** *Plantele de cultură. Hrană şi materii prime.* Colecţia Cristal. Edit. Albatros Bucureşti.
15. **BĂNĂRESCU P., BOŞCAIU N. 1973.** *Biogeografie. Perspectivă genetică şi istorică.* Edit. Şt. Bucureşti
16. **BEHNKE H.D. and BARTHLOTT W. 1983.** *New evidence from the ultrastrutural and micromorphological fields in angiosperm classification.* Nord. J. Bot. Copenhagen. n^0 3. pp. 43-66
17. **BOLDOR O., TRIFU M., RAIANU O. 1981.** *Fiziologia plantelor.* Edit. Did. şi Ped. Bucureşti
18. **BONNIER G., LECLERC DU SABLON. 1905.** *Cours de Botanique.* Libr. génér. de l' enseignement. Paris
19. **BORZA Al., 1925.** *Starea de astăzi a cunoştinţelor noastre despre filogenia plantelor.* Bul. Grăd. Bot. şi al Muz. Bot. din Cluj, vol. V. Cluj. pp. 26-35
20. **BORZA Al. 1968 (ed.).** *Dicţionar etnobotanic.* Edit. Acad. R.S.R. Bucureşti
21. **BORZA Al., BOŞCAIU N. 1965.** *Introducere în studiul covorului vegetal.* Edit. Acad. R.P.R. Bucureşti
22. **BREMER K., CHASE W. M., STEVENS F. P. 1998.** *An ordinal classification for the Famillies of Flowering Plants.* Annals of the Missouri Botanical Garden. vol. 85. n^0 4. pp. 531-553
23. **BUIA Al., PETERFI Şt., RĂVĂRUŢ M. 1965.** *Botanica agricolă vol. II. Sistematica plantelor.* Edit. Agro-Silvică. Bucureşti
24. **BURESCU P. 2007.** *Botanica.* vol. I . Edit. Univ. din Oradea
25. **CEAPOIU N. 1980.** *Evoluţia speciilor.* Edit. Acad. R.S.R. Bucureşti
26. **CHADEFAUD M. et EMBERGER M. 1960.** *Traité de Botanique Systematique.* Tom I-II. Masson et Cie Editeurs. Paris
27. **CHIFU T., MÂNZU C., ZAMFIRESCU Oana, SURUBARU B. 2001.** Botanica *Sistematică. Cormobionta.* Edit. Univ. „Al. I. Cuza" Iaşi
28. **CIOBANU I. 1971.** *Morfologia plantelor.* Edit. Did. şi Ped. Bucureşti
29. **CIOCÂRLAN V. 1982.** *Sistemul filogenetic al principalelor grupe de plante.* Culegere de Studii şi Articole de Biologie. „125 de ani de la înfiinţarea la Iaşi a primei grădini botanice din România". vol. II. pp. 280-285
30. **CIOCÂRLAN V. 2000.** *Flora ilustrată a României. Pteridophyta et Spermatophyta.* Edit. Ceres. Bucureşti
31. **CIOCÂRLAN V. 2004.** *Privire critică asupra sistemelor de clasificare ale fructelor şi propunere pentru un nou sistem.* Acta Horti Botanici Bucurestiensis. n^0 31. Bucureşti. pp. 173-177

32. **CIOCÂRLAN V., BERCA M., CHIRILĂ C., COSTE I., POPESCU Gh., 2004.** *Flora segetală a României*. Edit. Ceres Bucureşti
33. **COCUCCI A.E. 1983.** *New evidence from embriology in angiosperm classification.* Nord. J. Bot. Copenhagen. n^0 3. pp. 67-73
34. **COICIU Evdochia, RACZ G. 1962.** *Plantlele medicinale şi aromatice.* Edit. Acad. R.P.R. Bucureşti
35. **CORNEANU Mihaela, CORNEANU G. 2005.** *Genetica generală şi evoluţia genomului.* Edit. Universitaria Craiova
36. **CRĂCIUN T., CRĂCIUN Luana-Leonora. 1989.** *Dicţionar de biologie.* Edit. Albatros. Bucureşti
37. **CRECETOVICI M.A. 1952.** *Voprosî evoluţii rastitelnovo mira.* Moskovskoe Obscestvo Ispitatelei prirodi. Moskva
38. **CRISTEA V. 2003.** *Biodiversitatea şi clasificarea lumii vii în cele 5 regnuri.* Biologie pentru pregătirea profesorilor pentru gradul II. Edit. Albastră. Cluj-Napoca
39. **CRISTUREAN I. 1979.** *Botanica sistematică. Cormobionta.* Edit. Univ. din Bucureşti
40. **CRISTUREAN I. 1983.** *Originea şi evoluţia plantelor în concepţiile moderne. Biologie generală. Materiale pentru perfecţionarea profesorilor.* Edit. Did. şi Ped. Bucureşti. pp. 292-303
41. **CRISTUREAN I. 1993.** *Concepţii actuale privind sistematica şi filogenia angiospermelor (Magnoliophyta).* Revista natura. n^0 1-4. SSB Bucureşti. pp. 10-24
42. **CRONQUIST A., TAKHTAJAN A.L., ZIMMERMANN W. 1966.** *On the higher taxa of Embriobionta. Botan.* Jurnal. Akad. Nauk C.C.Ç.R. Tom 5. Moskva-Leningrad
43. **CRONQUIST A. 1983.** *Some realignments in the dicotyledons.* Nord. J. Bot. Copenhagen. n^0 3. pp. 75-83
44. **CRONQUIST A. 1993.** *A commentary on the General Sistem of Classification of Flowering Plants.* In Flora of North America, North of Mexico. vol. I. New-York and Oxford. pp. 272-293
45. **CUSSET T. G. 1997.** *Botanique. Les Embriophytes.* Masson Paris. Milan. Barcelone
46. **DAHLGREN R. 1983.** *General aspect of angiosperm evolution and macrosystematics.* Nord J. Bot. Copenhagen. n^0 3. pp. 119-149
47. **DUCLOS L. 1915.** *Les plants vénéneuses.* Henri Gautier, editeur. 55 Quai de G^{ds} Augustins. Paris. pp. 2-36
48. **EHRENDORFER F. 1983.** *Summary statement.* Nord J. Copenhagen. n^0 3 pp. 151-155
49. **ENGLER H.G.A. 1954.** *Syllabus der Planzenfamillien.* Band I-Band II. Ed. 12. Berlin (revised by H. Melchior)
50. **ESSAU K. 1965.** *Plant anatomy.* Second Edition. John Wiley et Sons. New-York. Chichester. Brisbane. Toronto
51. **FAHN A. 1977.** *Plant anatomy.* First Edition. Pergamon Press. Oxford. New-York. Toronto. Sydney. Paris. Frankfurt
52. **FAIRBROTHERS D.E. 1983.** *Evidence from nucleic acid and protein chemistry, in particular serology, in angiosperm classification.* Nord J. Bot. Copenhagen. n^0 3. pp. 35-41
53. **FĂGĂRAŞ M.** 2007. *Botanica sistematică. I. (Thallobionta şi Bryobionta).* Ovidius University Press. Constanţa
54. **GARCKE A. 1972.** *Illustrierte Flora Deutschland und angrenzende Gebiete.* Hrsg. k.v. Weihe. Ed. 23. Berlin und Hamburg
55. **GERSHENZON J. and MABRY J. TOM. 1983.** *Secondary metabolites and the higher classification of angiosperm.* Nord. J. Bot. Copenhagen. n^0 3. pp. 5-33
56. **GHIŞA E. 1953.** *Curs de plante inferioare* (Litografiat). Cluj
57. **GHIŞA E. 1966.** *Botanica sistematică. Plante inferioare.* Edit. Did. şi Ped. Bucureşti
58. **GORLENKO M.V. (sub red.) 1990.** *Curs de plante inferioare.* Edit. Cartea Moldovenească. Chişinău
59. **GRIGORE St. 1929.** *Curs de Botanică sistematică şi geobotanică.* Timişoara
60. **GRINŢESCU I. 1928-1934.** *Curs de botanică generală.* Edit. Universităţii din Cluj
61. **GRINŢESCU I. 1985.** *Botanica.* Ediţia a II-a revizuită şi îmbunătăţită sub coord. M. Andrei şi Natalia Rădulescu-Mitroiu. Edit. Şt. şi Encicl. Bucureşti
62. **GRINŢESCU P.Gh. 1923.** *Tratat de botanică farmaceutică.* Tipografia „Lucia". Bucureşti

63. **GUŞULEAC M. 1948.** *Sur la Phylogenie des Cormophytes. I. Leur rapports avec les Bryophytes*. Bul. Gr. Bot. şi al Muz. Bot. de la Univ. din Cluj. XXVIII. n^{0}3-4. pp. 251-257

64. **GUŞULEAC M. 1949.** *Consideraţii asupra evoluţiei la spermatofite.* Revista Natura. n^0 2. SSB Bucureşti

65. **HEGI G. 1906-1931.** *Illustrierte Flora von Mitteleuropa. vol I-III.* A. Lichter' s Witwe und Sohn. Munchen

66. **HERMAN Gh., RADU A., RACZ G., IONICĂ A. 1966.** *Botanica farmaceutică. vol II. Morfologia şi fiziologia organelor reproducătoare.* Clasificarea plantelor. Inst. Medico-Farmaceutic Bucureşti

67. **HICKEY M. et KING J. C. 1981.** *100 Famillies of Flowering Plants.* Cambridge University Press. Cambridge. London. New York. New Rochelle. Melbourne. Sydney

68. **HODIŞAN I., POP I. 1976.** *Botanica sitematică.* Edit. Did. şi Ped. Bucureşti

69. **HRJANOVSCHI V. G. 1982.** *Kurs obscei botaniki. Pervaia i Vtoraia Ciast.* Vâşsaia Skola Moskva

70. **HUTCHINSON J. 1926-1934.** *The Famillies of Flowering Plants.* vol. I-II . London

71. **HUTCHINSON J. 1969.** *Evolution and Phylogeny of Flowering Plants.* London-New York. Academic Press

72. **IONESCU Al. 1972.** *Lumea algelor.* Edit. Şt. şi Encicl. Bucureşti

73. **IONESCU Venera. 1983.** *Principalele tipuri de cicluri de dezvoltare şi importanţa lor pentru explicarea evoluţiei plantelor. Biologia generală. Materiale pentru perfecţionarea profesorilor.* Edit. Did. şi Ped. Bucureşti. pp. 183-206

74. **JEFFREY C. 1982.** *Kingdoms Codes and Classification.* Kew Buletin. vol 37. n^0 3. London: Her Mayesty's Stationeary Office. pp. 403-416

75. **JUCOVSKI M.P. 1953.** *Botanica.* Edit. de Stat pentru Literatură Ştiinţifică. Bucureşti (traducere din lb. rusă)

76. **JUDD S.W., CAMPBELL S. Ch., KELLOGG A. E., STEVENS F.B., DONOGHUE J.M. 2008.** *Plant Systematics. A Phyllogenetic approach.* Third Edition. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts. U.S.A.

77. **KENDRICK B. 2000.** *The Fifth Kingdom.* Third Edition. Focus Publishing, R. Pullins Company. Newburyport. U.S.A

78. **KIRK P.M., CANNON P.F., DAVID J.C. AND STALPERS J.A., 2001.** *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi.* 9th edition. CABI Bioscience UK

79. **KUGLER H. 1970.** *Blütenőkologie.* Gustav Fischer Verlag. Stuttgart

80. **LHOSTE J., GRISON P. 1989.** *La Phytopharmacie Francaise. Chronique Historique.* Institut Naţional de la Recherche Agronomique. 147, rue de L'Universite. 75007 Paris

81. **LUNGEANU I. 1963.** *Unele probleme ale evoluţiei regnului vegetal.* Natura. nr. 6. Bucureşti. pp. 26-32

82. **MAXIMILIAN C., IOAN Maria. 1984.** *Dicţionar enciclopedic de genetică.* Edit. Şt. şi Encicl. Bucureşti

83. **MAYR E. 2004.** *De la bacterii la om. Evoluţia lumii vii.* Edit. Humanitas. Bucureşti

84. **MEIER I.K. 1958.** *Morfoghenia vâşşih rastenii.* Izdatelstvo Moskovskovo Universiteta.

85. **MEUSEL H., JÄGER E. und WEINERT E. 1965. 1978.** *Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora.* Band 1, Band 2. G. Fischer Verlag Jena

86. **MITITELU D. 1979.** *Botanica sistematică. Taxonomia plantelor superioare (lito.).* Univ. „Al. I. Cuza" Iaşi

87. **MITITIUC M. 1995.** *Micologie.* Edit. Universităţii „Al. I. Cuza". Iaşi

88. **MITROIU-RĂDULESCU Natalia, ŞERBĂNESCU-JITARU Gabriela, TARNAVSCHI T.I. 1981.** *Istoric.* In „Monografia polenului florei din România". vol. I. Edit. Acad. R.S.R. pp. 11-19

89. **MOHAN Gh. 1976.** *Etape în evoluţia regnului vegetal.* Bucureşti

90. **MORUZI Constanţa, TOMA N. 1970.** *Privire generală asupra ciclurilor evolutive ale plantelor şi importanţa lor biologică. În ajutorul profesorului de biologie.* Natura. n^0 5. Bucureşti. 125-144

91. **MORUZI Constanţa, TOMA N. 1971.** *Lichenii.* Determinator de plante inferioare. Edit. Did. şi Ped. Bucureşti.

92. **MOTAŞ C. 1960.** *Figuri de naturalişti.* Edit. Ştiinţifică. Bucureşti

126. **ROTHMALER W. 1999.** *Excursionsflora von Deutschland.* Band II. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg. Berlin
127. **SĂHLEANU V., STUGREN B. 1976.** *Mică enciclopedie de biologie şi medicină.* Edit. Şt. şi Encicl. Bucureşti
128. **SĂLĂGEANU Gh., SĂLĂGEANU Anişoara. 1985.** *Determinator pentru recunoaşterea ciupercilor comestibile, necomestibile şi otrăvitoare din România.* Edit Ceres. Bucureşti
129. **SĂVULESCU Tr. 1942.** *Începuturile ştiinţei în România. Botanica. Anal. Acad. Române.* Mem. Secţ. Şt.Seria a III-a. Tom XVIII. mem. n⁰ 14
130. **SĂVULESCU Tr. (sub red.) 1952-1976.** *Flora R.P.R.-R.S.R.* vol. I-XIII. Edit. Acad. Rom.
131. **SĂVULESCU Olga. 1964.** *Elemente de micologie.* Edit. Did. şi Ped. Bucureşti
132. **SÂRBU Anca. 2002.** *Ecomorfologia plantelor.* Studiu de caz. Edit. Alo. Bucureşti
133. **SÂRBU Anca (coord.) 2001.** *Diversitatea plantelor în contextul strategiei europene de conservare a biodiversităţii.* Edit. Alo Bucureşti pp. 9-16
134. **SCAMONI A., PASSARGE H. 1963.** *Einführung in die praktische Vegetationskunde.* Veb. Gustav Fischer Verlag Jena
135. **SIMEANU V., POPESCU GH. 1980.** *Morfologia şi anatomia plantelor.* Reprografia Univ. din Craiova
136. **SITTE P., ZIEGLER H., EHRENDORFER F., BRESINSKY A. 1999.** *In Strasburger Lehrbuch der Botanik.* 34 Auflage Spectrum Akademischer Verlag Gustav Fischer Heidelberg. Berlin
137. **SOÓ R. 1963.** *Fejlődestorteneti Nővenyrendszertan. Tankőnyvkiado.* Budapest
138. **SOÓ R. 1967.** *Die Modernen Systeme der Angiospermen.* Acta Bot. Scient. Hungaricae. Tom. XIII, fasc. 1-2. Budapest
139. **STARR Cecie, TAGGART R. 1989.** *Biology. The unity and diversity of life.* Fifth edition. Wodsworth Publishing Company. Belmont. California. Division of Wadsworth, Inc.
140. **STRASBURGER, JOST, SCHENCK, KARSTEN. 1911.** *Lehrbuch der Botanik for Hochschulen Elfte Auflage. Verlag von Gustav Fischer Jena*
141. **STRASBURGER E., NOLL F., SCHENCK H., SCHIMPER A.F.W. 1942.** *Lehrbuch der Botanik for Hochschulen begrundet von Fitting H., Sierp H., Harder R., Firbas F. Verlag von Gustav Fischer Jena*
142. **STRASBURGER E., NOLL F., SCHENCK H., SCHIMPER A.F.W. 1962.** *Lehrbuch der Botanik.* 28 Aufl. neubearbeitet von Harder P., Firbas F., Schumacker W., Denfer D., WEB Gustav Fischer Verlag Jena
143. **STUGREN B. 1969.** *Evoluţionismul în sec.20.* Edit. Politică Bucureşti
144. **ŞESAN Tatiana Eugenia, TĂNASE C. 2006.** *Mycobiota. Sisteme de clasificare.* Edit. Univ. „Alexandru Ioan Cuza". Iaşi
145. **ŞERBĂNESCU-JITARIU Gabriela, TOMA C. 1980.** *Morfologia şi anatomia plantelor.* Edit. Did. şi Ped. Bucureşti
146. **ŞTEFUREAC Tr. 1965.** *Botanica sistematică – disciplină a biologiei vegetale, rolul ei în cercetare şi invăţământ.* Anal. Univ. din Bucureşti. Secţia Şt. Nat. Biol. Tom. 12. n⁰ 6. pp. 17-26
147. **ŞTEFUREAC Tr. 1969.** *Consideraţii noi asupra evoluţiei şi filogeniei algelor verzi şi valoarea acestora în sistemul general al plantelor.* Anal. Univ. din Bucureşti Ser. Biol. veget.
148. **ŞTEFUREAC Tr. 1973.** *Evoluţia plantelor oglindită în opere recente de Botanică filogenetică.* Edit. Did. şi Ped. Bucureşti
149. **TAKHTAJAN A. 1959.** *Die Evolution der Angiospermen.* Veb Gustav Fischer Verlag Jena
150. **TARNAVSCHI T.I. 1948.** *Die Chromosomezahlen der Anthophyten. Flora von Rumanien mit einen Ausblick auf das Polyploidie-Problem.* Bul. Grăd. Bot. şi al Muzeului Botanic al Univ. din Cluj, vol. XXVIII, pp. 1-130
151. **TARNAVSCHI T.I. 1971.** *Morfologia polenului şi taxonomia, cu o expunere asupra cercetărilor morfopalinologice din România.* In „Progrese în Palinologia Românească" Edit. Acad. R.S.R. pp. 31-38
152. **TARNAVSCHI T.I. 1976.** *Noul sistem morfogenetic al fructelor la angiosperme.* Acta Botanica Horti Bucurestiensis. Bucureşti. pp. 7-21

185. **ZIMMERMANN W. 1930, 1959.** *Die Phylogenie der Pflanzen.* 1-2 Auflage. Jena. Stuttgart

186. **ZIMMERMANN W. 1957.** *Phylogenie der Blüte.* Phyton n^{0} 7 (1-3). pp. 162-182

187. **ZIMMERMANN W. 1965.** *Die Telomotheorie.* Stuttgart

188. *****1968.** *Elements de Botanique. Classification et usages des plantes.* Libraire de L' Hachette et Cie. Boulevard Saint-Germain. n^{0} 77. Paris

189. *****1994.** *International Code of botanical nomenclature. Regnum Veg.* 131.

190. *****1999.** *Dicţionar de biologie. Univers enciclopedic. Bucureşti (Traducere din lb. engleză)*

191. *****2000.** *Flora of North America, North of Mexico. vol 26. Liliales and Orchidales.* New-York. Oxford University Press

GLOSAR

A

acervuli – *straturi compacte de conidiofori cu conidii, situate pe suprafața plană a împletiturilor de hife în țesutul gazdă, la unele ascomicete și deuteromicete*

acetoliză – *metodă de conservare și analiză a grăuncioarelor de polen și a sporilor (după G. Erdtman, 1965)*

achenă – *fruct paracarp indehiscent cu o sămânță, provenit dintr-un gineceu pseudomonomer inferior, la care peretele fructului nu concrește cu tegumentul seminței – la Asteraceae; sin. cipselă*

achinete (achinetospori) – *celule/spori de rezistență incolori, cu perete celular gros și cu substanțe de rezervă înmagazinate (la cianobacterii și la unele alge verzi)*

achlamideu – vezi la periant

aconte (akontae) (gr. a- fără; kontos- mișcare) – *grupă de alge verzi (Conjugatae) la care celulele germinative (sporii și gameții) nu prezintă flageli*

acrasin – *substanță chimică de la mixomicetele Acrasiomycota, care determină alăturarea amoebelor și formarea plasmodiului de agregare*

acrescent – *cu creștere întârziată urmată de alungire*

acropetal – *creșterea puternică a unui organ spre vârful său; sin. bazifug*

acrotonic – *creșterea puternică a vârfului mai mult decât a bazei*

acrocarpie (gr. akron- vârf; karpos- parte fertilă) – *mușchi frondoși cu tulpinițe drepte, în vârful cărora se formează sporogoanele*

acrocont (gr. akron- ; kontos-) – *zoospori și gameți cu un singur flagel anterior (de tragere) prevăzut cu cili vibratili*

acronemă (gr. akron-; nema- fir subțire) – *terminația filiformă a flagelului anterior de la Xanthophyceae (Alge aurii) și Phaeophyceae (Alge brune)*

acroplastă (akron-; -blastos- lăstar) – *creșterea frunzelor de la pteridofite printr-o celulă inițială sau grupe de celule inițiale din vârful meristemului de margine,în timp ce celulele de la bază nu se mai divid ci se diferențiază*

actinomorfe (gr. aktinos- stea; - morphe) – *organe vegetale (rădăcini, tulpini, flori, fructe, semințe) care acceptă 3 →n planuri de simetrie; sin. radiar simetrice, polisimetrice*

actinostel (gr. aktinos- stea; stele- coloană în sens de cilindru central) – *tip de stel primitiv de la Asteroxylon (pteridofită fosilă), la care din xilemul central pornesc ramificații, care fragmentează floemul exterior și ajung la baza enațiunilor (emergențelor)*

acuminat – *organ vegetal(ex. frunză, petală, sepală, unele semințe sau fructe) terminate într-un vârf lung, treptat ascuțit*

acut – *organ vegetal (ex. frunză, fruct, semințe) terminat într-un vârf scurt și brusc ascuțit*

adelfoparaziți (gr. adelphos – frate; -parazit) – *în grupe de alge roșii, specii fără pigmenți fotosintetizanți care trăiesc paraziți pe alte specii de rhodofite*

adventive – *specii scăpate din cultură sau aclimatizate involuntar de către om, imigrate din alte țări sau continente, o dată cu introducerea unor plante de cultură sau circulația oamenilor sau ale unor mărfuri, al căror areal este variabil și nu determinat; rădăcini cu originea în axa lăstarului (tulpină) sau frunze*

aflatoxine – *substanțe toxice produse de specii parazite de Aspergillus pe porumb, mei, alunele de pământ ș.a., care, consumate de om, pot duce la îmbolnăviri grave (cancere) ale ficatului*

agamospermia (gr. a- fără; -gamos- fertilizare; -sperma- sămânță) – *formarea pe cale asexuată a embrionilor unor angiosperme, dintr-o celulă sau celule somatice ale ovulului; include trei mecanisme: diplosporia, aposporia și embrionia adventivă, când meioza și fertilizarea sunt eliminate*

agar-agar – *extract obținut din fierberea talului unor alge roșii (specii de Gelidium) utilizat ca agent de solidificare a mediilor de cultură folosite în microbiologie, industria farmaceutică, alimentară, în cosmetică etc.*

albedo – *mezocarpul fructului hesperidă; radiație solară reflectată de suprafața uscatului*

alburn – *xilemul secundar, periferic, în axele lăstarilor aerieni, de culoare albă sau galbenă, cu vase deschise, funcționale*

aleloparazitism (gr. allelos- reciproc; -parazit) – *parazitism reciproc, la care între atacul și apărarea dintre parteneri a survenit un achilibru, încât își extrag reciproc substanțele nutritive și cele active*

aleurispori – *spori de la Deuteromycetes, care se formează prin fragmentarea elementelor miceliului (hife sau conidiofori) și sunt sub forma unor celule mai mari cu pereții îngroșați (deosebindu-se astfel de artrospori)*

alge albastre-verzui – *cianobacterii*

alginați – *polimeri ai acidului manuronic, care se sintetizează în celulele algelor brune*

alipire – *proces elementar de desăvârșire a cormului la pteridofitele primare, în care ramificațiile situate intr-un plan, prin alipire, urmată de concreștere, au dat naștere la axe plate de felul frunzelor mari (megafile), mai întâi cu nervuri dichotomice și apoi derivate (penate și palmate)*

alizarină – *colorant roșietic conținut în axele lăstarilor de la Rubia tinctorum (Roibă)*

alochoria (gr. allos- altul, străin; -choreo- răspândire) – *împrăştierea seminţelor şi fructelor indehiscente prin mijloace străine de planta respectivă*

alogamia (gr. allos-; -gamos-) – *polenizarea cu polen străin, dar provenit de la indivizi ai aceleiaşi specii (la florile bisexuate dichogame, la florile unisexuate); sin. polenizare indirectă, p. încrucişată*

alopatrice (gr. allos-; -patra- patrie) – *referitor la specii formate prin izolare geografică, spaţială, a unor grupuri de specimene faţă de specia – mamă, care dobândesc noi caracteristici morfo-structurale şi în final duc la apariţia mecanismelor de izolare reproductivă;* vezi şi speciaţie

alopecii – *specii membre ale unei superspecii, separate geografic între ele*

alopoliploidia (gr. allos-; -polys- multi; aploos- o dată; -eidos- formă) – *proces de apariţie a unui organism poliploid prin hibridare interspecifică sau intergenerică şi care conţine mai mult de două seturi de bază de cromozomi (x), urmată de dedublarea spontană sau indusă a numărului sau setului de cromozomi*

alorhizie (gr. allos-; -rhiza-rădăcină) – *sistem de rădăcini eterogene, cu rădăcină principală şi ramificaţii de ordine diferite: pivotante, sistem de rădăcini inimă şi sistem coborâtor de rădăcini*

amatoxine – *alcaloizi toxici care se află în bazidiocarpii de Amanita sp.*

ament – *spic unisexuat (sau de cele mai multe ori tirs spicat) cu flori neînsemnate pe axa principală flexibilă, de cele mai multe ori atârnând (excepţie Salix sp.) şi adesea căzând ca un întreg (excepţie Betula) de formă cilindrică (Corylus sp. ş.a.), ovoidă (Humulus lupulus) sau capitat (Fagus sylvatica)*

amfifile (gr. amphi- amestec; -philos- iubitor) – *plante cu polenizare atât entomofilă cât şi anemofilă la unele specii de Tilia, Castanea, Calluna ş.a*

amfifloic – vezi la sifonostel

amfigastre (frunze cu burtă) – *frunzuliţele mai mici, mediane, deosebite de celelalte, cu rol în înmagazinarea apei, de pe tulpiniţele de Jungermaniales (muşchi hepatici folioşi)*

amfiploid – *specie rezultată în urma hibridării a două specii diferite care însumează numerele de cromozomi somatici ale genitorilor (2n+2n); sin. amfidiploid*

amfitecium – *straturile exterioare de celule sterile, cu cloroplastide, din ontogenia capsulei briofitelor, din care se formează peretele acesteia*

amidon de floridee – vezi rodamilon

amilaceae – *referitoare la reacţia amidonului cu iodul în iodură de potasiu şi colorarea acestuia în albastru*

amoebozigoţi – *celule diploide rezultate din contopirea, două câte două, a mixamoebelor sau mixoflagelatelor, de la unele mixomicete*

anabioză – *stare de viaţă latentă, cauzată de factorii externi de mediu (uscăciunea, temperatura) şi posibilitatea revenirii la viaţa activă când devin favorabili aceşti factori (de exemplu briofitele, după o desicare prelungită, determinată de uscăciune)*

anacolpat (1- sulcat) – *tip de polen cu o singură apertură: colp (dispus ecuatorial)sau sulcus (cu dispunere distală)*

anacrogin (anakrogyn) (gr. a, ana- nu; -akros- vârf) – *care nu se formează în vârful tulpiniţei principale ci în vârful ramificaţiilor laterale, ca de exemplu arhegoniile sau sporogonul unor briofite*

analogie – *egalitate funcţională a unor organe cu origine diferită sau a unui organism întreg (de la specii diferite) în condiţii de viaţă asemănătoare*

anamorfă (gr. ana- în sus; -morphosis- formare) – *formă de reproducere asexuată întâlnită la unele ciuperci, când părţi de aparat vegetativ, fără procese sexuale şi schimbarea fazei nucleului, dau naştere la germeni asexuaţi (mitospori, conidii etc.); sin. formă de rodire secundară (asexuată)*

anatomie (gr. anateimnen- a deschide tăind) – *studiul corpului unui animal (cu construcţie închisă) prin deschiderea acestuia pentru a analiza organele interne; la vegetale (cu construcţie deschisă) nu este nevoie de deschidere, ci de secţiuni pentru a analiza celulele şi ţesuturile din structura organelor*

androfor – *celulă purtătoare a gametocistului masculin la alga Vaucheria*

androceu (gr. andros- bărbat) – *partea bărbătească a florii alcătuiă din totalitatea staminelor: a) choristemon şi b) gamostemon; a) monadelf (gr. monos-; - adelphos- mănunchi) ca la unele papilionacee (Lupinus, Glycine ş.a.); b) diadelf (gr. di- din două; adelphos-) – stamine unite în două mănunchiuri ca la majoritatea papilionaceelor (9) 1; c) triadelf- la Hypericum sp.; poliadelf la Citrus sp. ş.a.; a) didinam- cu două stamine mai lungi şi două mai scurte (la multe labiate); b) tetradinam- cu două stamine mai scurte şi 4 mai lungi (la majoritatea cruciferelor)*

androginofor – *prelungire a receptaculului, care ridică staminele şi ovarul la o anumită distanţă faţă de petale (la Passiflora caerulea); între acestea, astfel, se interpune un internod al receptaculului*

andromonoică (gr. andros- bărbat, mascul; -monoic) – *prezenţa pe aceeaşi plantă atât a florilor unisexuat masculine cât şi a celor bisexuate*

andropetale – *petale rezultate din metamorfozarea staminelor sterile (staminodii)*

anemochorie (gr. anemos- vânt; -choreo- răspândire) – *împrăştiere în mediul înconjurător a germenilor prin intermediul vântului; se răspândesc fructe, seminţe, spori dar prin mecanisme de tip diferit; de regulă genearlă, au suprafaţa mare, care face posibilă plutirea/planarea; de exemplu fructele de la Salix, Anemone, Pulsatilla poartă smocuri, coroane sau cozi din peri; la Acer, Ulmus fructele sunt aripate; seminţele mici ca praful (la Orchidaceae, Orobanche) dar şi sporii pot fi răspândiţi prin vânt la distanţe apreciabile*

anemofilie (gr. anemos-; -philos- iubitor) – *polenizarea prin intermediul vântului*

aneuploid (gr. aneu- fără; -ploid) – *specii la care numărul de cromozomi diferă de normal, fără a fi multiplul acestora; ex.: 2n+1, 2n+2, 2n-1 ş.a.*

angiocarp – *corp-fruct de la unele ascomicete (gasteromicete) la care himeniul, format sub un ţesut de acoperire, devine liber, vizibil, abia la maturarea acestuia, când sporoforul capătă aspect de cupă, farfurioară etc.*

angiosperme – *plante cu flori, deşi etimologia cuvântului înseamnă „plante cu seminţe închise în fruct"; definiţia nu este valabilă pentru formele iniţiale (plesiomorfe) la care fructele se deschid şi eliberează seminţele (vezi şi angiovulate)*

angiovulate – *denumirea corectă a angiospermelor, deoarece ovulele rămân tot timpul învelite în cavitatea ovariană şi sunt puse în libertate numai după transformarea lor în seminţe ajunse la maturare*

angstrom (Å) – *unitate de măsură submicroscopică, egală cu 10^{-10} metri (1Å* = 0,1 nanometri; 10. 000 Å = 1µ = 0,001 mm)

anizofilie (gr. anis, aniso- inegal; -phyllon- frunză) – *frunze inegale ca mărime, dispuse pe lăstar la acelaşi nod, ca urmare a unei dorsiventralităţi ale axelor plagiotrope ale lăstarilor (de exemplu la Atropa belladonna, Acer platanoides, Selaginella sp. ş.a.)*

anizogameţi (gr. anis, aniso-; izos- egal; -gameţi) - *gameţi în aparenţă asemănători, dar nu identici, mobili, diferiţi funcţional, la unele alge eucariote (brune, verzi etc.)*

anizogamia – *reprezintă contopirea între anizogameţi, care se întâlneşte la alge eucariote (verzi, brune) şi poate fi:*

- *morfologică (asemănători morfologic dar de dimensiuni diferite)*
- *fiziologică (asemănători ca formă şi dimensiuni dar cu potenţe diferite (+ şi -)*

annulus – *rest de velum parţiale sub formă de inel, spre vârful piciorului la unele basidiomicete (Agaricus, Amanita ş.a.); inel alcătuit din celule mici, la baza operculului capsulei muşchilor frunzoşi, care serveşte ca linie de dehiscenţă; inel incomplet, alcătuit din celule cu pereţi îngroşaţi, cu rol în deschiderea sporangelui la ferigile leptosporangiate (sin. inel mecanic)*

ansă – *plăsmuire situată lateral, în dreptul peretelui transversal al hifelor dicariotice, întâlnită la multe basidiomicete şi este în legătură cu modul specific al diviziunilor nucleare şi celulare, premergătoare formării bazidiei cu bazidiospori (modelul ansei)*

anteră – *partea fertilă a staminei, alcătuită din două jumătăţi numite thece, fiecare cu câte doi saci polinici; thecele pot fi dispuse:*

- *lateral – pe laturile filamentului staminei*
- *extrors – pe partea exterioară (abaxială) a filamentului*
- *intrors – pe partea interioară (adaxială) a filamentului*

anteridiofori (gr. anteridiu; -phoros- purtător) – *ramificaţii ale tulpiniţelor briofitelor, în vârful cărora se află anteridiile*

anteridiu – *gametange masculin, înconjurat de un perete protector din celule sterile, ca adaptare la mediul aerian terestru cu umiditate variabilă; se află la plantele terestre inferioare (briofite, pteridofite); în aceştia se formează gameţii masculini (spermatozoizii)*

anteză – *deschiderea florilor angiospermelor*

antideterminanţi – *substanţe proteice (analoage anticorpilor produşi de organismul animal) produse de o anumită plantă, ca răspuns la pătrunderea unei substanţe străine numită determinant (analog antigenului)*

antodiu – *inflorescenţa caracteristică a Asteraceae- lor, care reprezintă o concentrare densă de flori pe un receptacul scurt; sin. calatidiu*

antofite (gr. anthos- floare; phyton- plantă) – *plante cu flori şi anume angiospermele*

antropochorie (gr. antropos- om; -choreo) – *răspândire a seminţelor şi fructelor indehiscente prin intermediul omului*

apendices – *rădăcini aeriene la pteridofite fosile (Lepidodendraceae), pornite de pe purtătorii subterani de rădăcini*

apendici epipetali – vezi fornice

apertă – vezi la estivaţie

apertură – *deschizături sau porţiuni mai subţiri, în exina grăuncioarelor de polen sau a sporilor, care poartă numele de cute sau pliuri germinative*

apex – *vârful unui organ (axă sau rădăcină) unde se află meristemele primordiale şi primare, cu rol în creşterea în lungime a acestora*

aplanospori – *spori imobili (neflagelaţi), care se formează într-un sporocist prin diviziuni succesive ale protoplastului (monosporii şi tetrasporii de la algele roşii, tetrasporii de la Dictyota dichotoma (Phaeophyceae) dar şi la ciupercile superioare terestre*

aplanozigot – *zigot devenit imobil după ce îşi pierde flagelii (la unele ciuperci şi alge eucariote)*

apocarp – vezi la gineceu

apochlamideu – vezi la periant

apofiză – *hifă alungită, purtătoare a sporocistului sferic de la Zygomycetae; partea superioară a setei sporogonului (de sub capsulă) de la muşchii frondoşi, pe care se formează, de regulă generală, stomatele*

apogamie (gr. a, apo; -gamos) – *reprezintă dezvoltarea sporofitului fără singamie și se realizează prin:*

- *apomeioză, când nu are loc meioza și dezvoltarea sporofitului pornește de la celulele diploide ale gametofitului: oosfera (partenogeneza diploidă de la unele compozite); sinergide; antipode sau de la tetrasporii formați fără meioză*
- *partenogeneza adevărată, haploidă, când se pornește de la oosfera nefecundată a unui gametofit haploid (rezultat în urma meiozei)*

apomixie (apomixis) (gr. a, apo- fără, lipsit de; -myxis- amestecare) – *pierderea secundară a reproducerii sexuate și în special a singamiei la unele grupe de ciuperci eucariote sau plante superioare (Alchemilla, Hieracium); la plantele apomictice de multe ori nici nu mai este necesară polenizarea*

apomorfe – *caractere derivate, de superioritate, care apar la organele unor viețuitoare (animale, plante)*

apoplastică – *transfer de apă, cu ioni minerali dizolvați, prin pereții dintre două celule, între care nu există plasmodesme; vezi și simplastică*

aporogamia – *pătrunderea tubului polinic în ovul nu prin micropil, ci pe o cale mai ocolită – vezi chalazogamia și mezogamia*

aposporia (gr. a, apo-; -spor) – *reprezintă formarea gametofitului, pornind de la o celulă vegetativă diploidă a sporofitului (deci fără meioză, și respectiv fără tetraspori) ca, de exemplu, la unele ferigi, sau de la o celulă diploidă a nucelei (de ex. embrion nucelar de la Alchemilla)*

apoteciu – *tip de corp-fruct deschis de la ascomicete, în formă de cupă, farfurie sau disc, uneori prevăzut și cu un piciorуș; este alcătuit din: excipul (perete exterior); subhimeniu (hipoteciu) adică stratul dens de hife pe care se formează himeniul și cu rol în hrănirea ascelor; himeniul sau teciul, stratul fertil alcătuit din asce și parafize; epiteciul alcătuit din vârful parafizelor, mai lungi decât ascele, și unite într-o țesătură laxă; tipuri de apotecii la licheni:*

- *biatorale sunt asemănătoare cu cele lecidiale, dar au consistență mai moale și culori aprinse; la maturare le lipsește excipulul talin*
- *lecanorale cu marginea de culoare verde, alcătuită din hifele ciupercii, printre care se află celulele de algă verde, încât hrănirea himeniului este mai bună (cu excipul talin)*
- *lecidiale cu marginea de culoare neagră alcătuită numai din micobiont fără ficobiont (fără excipul talin)*

apresorii – *structuri ale miceliului ciupercilor Erisiphales, alipite de pereții celulelor sau la suprafața organelor atacate, de pe care pornesc haustorii, care pătrund în celulele gazdei atacate; hifele micobiontului alipite de celulele ficobiontului (la licheni)*

arahnoideu – *păros, acoperit cu peri fini foarte lungi, alăturați și împletiți, care se pot răzui ușor (ex. la Arctium tomentosum ș.a.)*

arakul – *băutură alcoolică obținută prin fermentarea „vinului de palmier”, preparat din inflorescența de la Cocos nucifera*

arbore filogenetic – *modul de reprezentare grafică a procesului evolutiv în lumea vie, prin ramificare treptată, divergentă, a spițelor(neamurilor) dintr-un trunchi comun, cu caractere inițiale (pleiomorfe) și diversificarea treptată structurală și funcțională, prin apariția caracterelor apomorfe (derivate) (acești arbori filogenetici au început să fie alcătuiți după apariția „Originii speciilor” de Ch. Darwin (1859); sin. dendrogramă*

areole – *elemente de structură în carapacele silicioase ale diatomeelor, de formă variată, mai mari, însă fără puncte în mijlocul lor; la cactuși: gropițe în axa lăstarului unde se află mugurii axilari, din care se formează spinii, florile sau lăstarii; în pereții traheidelor areolate de la gimnosperme, sub forma a două cercuri concentrice*

arhegonidiofor (gr. arhegon; -phoros- purtător) – *ramificații ale gametofitului briofitelor pe care află arhegoniile*

arhegoniu – *gametange feminin la plantele inferioare terestre (briofite, pteridofite și gimnosperme), de forma unei sticle de lampă, înconjurat de un perete alcătuit din celule sterile, cu rol protector împotriva uscăciunii atmosferice*

arhespor – *țesutul diploid fertil din capsula briofitelor; celulele mame diploide ale microsporilor sau megasporilor de la spermatofite*

aril (arillus) – *anexă cărnoasă a seminței, de origine funiculară sau chalazală (la Caltha palustris); aril mixt (micropilar și chalazal) la Muscadinia*

arilod – *anexă cărnoasă care se formează în jurul micropilului (la Euonymus sp.)*

aromatic – *care are sau răspândește o aromă (parfum)*

aromă – *substanță care adaugată unui produs medicinal, alimentar sau cosmetic, îi conferă acestuia un miros (sau gust) plăcut*

artroconidii – *conidii formate prin fragmentarea conidioforilor sau ale hifei la unele Deuteromycetes (ex. genul Geotrichum); sunt celule scurte cu pereții subțiri; sin. artrospori*

artrospori – vezi artroconidii

ască – *structură unicelulară în formă de sac până la cea sferică, în care, în urma meiozei, se formează ascospori într-un anumit număr (de regulă generală opt) (se află la ascomicete); tipuri de asce:*

I. După modul cum eliberează ascosporii:

- *inoperculate – fără căpăcel şi care se deschid la vârf printr-un por sau o crăpătură (la Helotiales, Phacidiales ş.a.);*
- *operculate care se deschid în vârf printr-un căpăcel şi eliberează ascosporii*

II. După numărul straturilor:

- *prototunicate* (gr. protos primul, cel dintâi; -tunica-înveliş) *– sunt cele cu peretele subţire, care se distruge cu uşurinţă şi eliberează în mod pasiv ascosporii*
- *eutunicate* (gr. eu – adevărat; -tunica) *sunt de două feluri:*
  - *bitunicate la care peretele ascei este diferenţiat în două straturi: exterior (rigid) şi interior (elastic);*
  - *unitunicate la care straturile de celule ale peretelui ascei sunt strâns alipite şi funcţionează ca o unitate;*

III. După modul cum reacţionează la reactiv Meltzer sunt:

- *amiloide – acele asce la care vârful lor se colorează ± în albastru violet, cu soluţie de iodură de potasiu;*
- *chitinoase (neamiloide) la care vârful ascei nu se colorează în albastru cu soluţie de iodură de potasiu*

ascocarp – *corpul-fruct al ascomicetelor pe/în care se formează ascele cu ascospori; sin. corp-fruct; tipuri de ascocarpi: cleistoteciu, periteciu, apoteciu*

ascogamie – *proces sexuat la ascomicete, care este o gametangiogamie, adică se contopeşte ascogonul cu spermatangiul; din ascogonul fecundat se formează hife ascogene dicariotice şi în final ascele cu ascospori, după modelul cârligului*

ascogon – *gametangele (gametocistul) feminin de la ciupercile ascomicete, alcătuit din corpul ascogonului şi trichogin (o prelungire filiformă cu rol în fertilizare)*

ascohimenial – *tip de formare al corpurilor-fructe, când stratul fertil (himeniul) se formează după ascogamie, într-un loc anume, predestinat, fără hife vegetative sau ocupat trecător de acestea, în care de la început se află hifele ascogene dicariotice*

ascolocular – *tip de formare a unor ascocarpi şi anume pseudotecii, când înainte de ascogamie, iniţialele corpurilor-fructe sunt înconjurate de împletituri de hife vegetative haploide; ulterior, în aceste împletituri de hife se formează loculi (cavităţi) prin îndepărtarea sau lizarea hifelor vegetative; în loculi se află hife ascogene dicariotice care în final dau naştere la asce cu ascospori*

ascospori – *sporii haploizi ai ascomicetelor, care se formează în interiorul ascelor (endogen), în urma meiozei, ca rezultat al procesului sexuat numit ascogamie*

ascostrome – *împletituri de hife miceliene în forma corpurilor fructe, în care, în loculii formaţi, iau naştere ascele cu ascosporii*

asexuat (ă) – vezi la înmulţirea asexuată

asimetrie de verificare şi falsificare (după Karl R. Popper) – *un principiu general, o ipoteză, dacă poate fi infirmată doar printr-un rezultat clar contradictoriu, înseamnă că este un bun valabil, este just/justă; dacă principiul sau ipoteza sunt infirmate prin mai multe date, aceasta nu este bună şi trebuie înlociută (şi la B. Stugren, 1969, Evoluţionismul în sec. 20)*

astaxantina – *hematocrom (pigment) din pata-ochi a celulelor algelor eucariote*

atactostel (gr. ataktos- neorânduit, împrăştiat; -stele) – *tip de stel de la monocotiledonate, în care facsiculele conducătoare, numeroase, sunt dispuse aparent neordonat în paranchim, deşi sunt mai mari şi mai rare spre exterior şi mai numeroase şi mai mici spre centrul axei lăstarului*

atavism (lat. atavus- strămoş); - *apariţia în descendenţă, după câteva generaţii, a unor caracteristici morfologice ale strămoşilor*

atropina – *alcaloid extras din frunzele şi rădăcinile plantei Atropa belladonna, cu utilizări medicinale, dar numai sub control medical*

autochorie (gr. autos- propriu, prin mijloace proprii; -choreo) – *răspândire activă, prin mijloace proprii fiecărei plante, a seminţelor şi fructelor indehiscente*

autogame – *antofite cu flori bisexuate homogame, care favorizează autopolenizarea şi respectiv autogamia*

autogamie (gr. autos- gamos) – *contopirea a doi gameţi diferiţi (masculini şi feminini) produşi în aceeaşi floare şi deveniţi funcţionali în acelaşi timp; fuzionarea a doi nuclei fraţi din aceeaşi celulă (la unele diatomee, protozoare); împerecheri şi fuzionări de celule vegetative de pe acelaşi miceliu (de ex. la Morchella sp., Ascomycetes)*

autopolenizarea – *polenizarea cu polen propriu la florile bisexuate homogame şi poate fi: chasmogamie şi cleistogamie*

autospor – *spor imobil care ia naştere într-un sporange prin deshidratarea protoplastului, şi care încă de la început are forma celulei-mamă*

autotrofă (gr. autos- însuşi; -trophein) – *însuşirea de a-şi produce singure substanţele organice; după sursa de energie, acestea sunt de 2 feluri: fotoautotrofe (algele albastre, bacteriile fotosintetizante şi toate plantele verzi); chemosintetizante, care folosesc energia legăturilor chimice; acestea sunt de 2 feluri: chemolitotrofe (folosesc ca donori de electroni substanţele anorganice: NH_3, H_2S, Fe^{2+}) şi chemoorganotrofe (utilizează substanţe organice), între care se încadrează unele grupe de bacterii*

auxine – *substanţe organice stimulatoare ale creşterii organelor plantelor; a. naturale şi a. sintetice*

auxospor (gr. auxos- măresc, cresc; -spor) – *celulă a diatomeelor Penales, mult micşorată (cam la jumătate din celula mamă iniţială) rezultată din diviziuni succesive ale acesteia şi care prin creştere şi formarea carapacei se transformă într-o nouă celulă vegetativă*

auxotrofie (gr. auxos-; trophein- hrănire) – *organisme heterotrofe, care pe lângă hrana organică nespecifică au nevoie de compuşi organici determinanţi: anumiţi aminoacizi (la microorganisme vegetale sau animale), substanţe active ca factori de creştere (la microorganisme) sau vitamine (la animale şi om)*

auxozigot – *celulă diploidă rezultată în urma oogamiei la diatomeele Centrales şi care este mult mărită în raport cu celula iniţială*

avocado – *denumirea comercială a fructului de la Persea americana*

axă per valvară – *linia care trece prin centrele ambelor valve (carapace) ale diatomeelor*

axonema – *partea flagelului, de la celula eucariotă, formată din doi tubuli centrali (alcătuiţi din proteină contractilă) şi 9 perechi de tubuli periferici (alcătuiţi din proteină amorfă); aceasta se inseră în celulă la nivelul corpusculului bazal*

B

baccata – *asemănător ca formă şi consistenţă unei bace*

bactericid – *substanţe care distrug formele vegetative ale bacteriilor, dar nu şi sporii acestora*

bacteriostatic – *agent fizic sau chimic care inhibă dezvoltarea sau multiplicarea bacteriilor, fără să le omoare*

bacterioze – *boli provocate la plante, animale şi oameni de anumite bacterii*

balistoconidii – *conidii dicariotice azvârlite activ de pe miceliul Tilletiales- lor*

bast – *floemul secundar rezultat din activitatea cambiului*

bazidie – *structură alcătuită din una sau mai multe celule, pe care se formează bazidiosporii în număr definit (de regulă generală 4) la bazidiomicete; bazidia poate fi întreagă (holobazidie) sau septată longitudinal sau transversal (heterobazidie)*

bazidiocarpi – *corpurile fructe ale basidiomicetelor* (vezi şi sporocarpi)

bazidiole – *bazidii tinere, fără sterigme, dispuse printre bazidiile mature*

bazidiospori – *sporii bazidiomicetelor (exospori), în număr de patru, rareori doi sau mai mulţi;* vezi şi sporidii

baziplastă – *creşterea frunzelor angiospermelor prin meristemul de margine, care, mai întâi, îşi încetează activitatea la vârf şi la sfârşit şi la baza laminei*

băcană – *boala produsă la gramineele cultivate (orez, sorg, porumb, trestie de zahăr) de ciuperca patogenă Giberella fujikuroi*

bentos – *organisme care trăiesc pe fundul mărilor, în mâl, în galerii sau fixate pe stânci (fitobentos, zoobentos)*

bifacial (lat. bi- doi; -facies- aspect) – *organe vegetale, respectiv frunze, cu aspect deosebit, morfologic şi structural, pe cele două feţe*

bioforme – vezi forme biologice

biologie moleculară – *studiul comparativ al moleculelor sau macromoleculelor unor grupe de organisme, în vederea stabilirii relaţiilor filogenetice între taxoni de rang inferior sau superior*

bionica – *rezolvarea unor probleme tehnice inspirate din structura şi funcţionarea organismelor*

biota – *flora şi fauna dintr-un areal*

biotop – *totalitatea factorilor abiotici (climatop şi edafotop) de pe o suprafaţă limitată de teren (albia unui râu, o stâncă, un versant etc.) şi interrelaţiile dintre acestea, care fac posibilă instalarea unei biocenoze*

biotrofi (gr. bios- viaţă, viu; -trophein- a se hrăni) – *grupe de ciuperci care se hrănesc din ţesuturile vii ale plantei gazdă pe care, însă, n-o omoară*

blastoconidii (gr. blastos- lăstar; -conidie) – *tip de conidii formate prin înmugurirea celulei conidiogene, deci dintr-o porţiune a acesteia şi nu din celule întregi (la Deuteromycetae); sin. blastospori*

blefaroplast – *corpuscul colorat, situat la baza flagelilor, care, probabil, dirijează mişcările acestuia*

bostrix – *inflorescenţa monochazială la care axele, care se termină cu flori, se dezvoltă în planuri diferite după o linie helicoidală, alternativ spre dreapta şi stânga, ca la Gladiolus sp.; sin. cimă helicoidală*

botanică (gr. botane- iarbă, plante furajere, medicinale, în general plante folositoare) – *a devenit ulterior, prin extindere, ştiinţa despre plante, în general*

bractee – *piesă foliacee, diferită ca aspect de frunzele normale (trofofile), de la subsuoara căreia se formează inflorescenţa sau floarea solitară*

bracteolă – *piesă foliacee, în interiorul inflorescenţei, de la subsuoara căreia se formează o floare*

bracteopetale – *petale provenite din metamorfozarea frunzelor superioare (hipsofile)*

brahiblast (gr. brahis- scurt; -blastos- lăstar) – *lăstar scurt pe axele aeriene ale spermatofitelor;* vezi şi lujer scurt

briospori – *spori (celule haploide) de la briofite*

brucină – *alcaloid extras din seminţele plantei indo-malaeziene Strycnos nux-vomica (Turta lupului) cu acţiune toxică mai slabă decât stricnina*

bursiculă – *excavaţie situată deasupra stigmatului în florile orhideelor, în care stau retinaculele, împreună sau fiecare în bursicula proprie*

C

calamus – *tulpina trimuchiată, cu internoduri pline şi noduri puţin proeminente de la Carex sp.*

calatidii – vezi antodii

caliciu – *totalitatea sepalelor unei flori; poate fi: chorisepal sau sinsepal; actinomorf (radiar) sau zigomorf*

calicul – *caliciul extern la florile majorităţii Malvaceae- lor şi unele Rosaceae (Fragaria, Potentilla, Geum ş.a.); sin. epicaliciu*

caliptra (scufia) – *partea superioară a embriotecei, care însoţeşte capsula sporogonului de la briofite; manşonul de celule care inveleşte şi protejează vârful rădăcinii de la cormofite*

camere de respiraţie – *în talul muşchilor hepatici (de ex. Marchantia polymorpha) cu rol în respiraţie şi transpiraţie, sub formă de fante (deschizături)*

canal central – *în măduva internodului tulpinii de la Equisetum sp. şi care este plin cu apă*

canale carenale – *canale pline cu apă în cilindrul central al internodului tulpinii de Equisetum sp., provenite prin dispariţia xilemului mai vechi*

canale valeculare – *lacune pline cu aer în scoarţa internodului tulpinii de Equisetum sp. sub valeculele (şănţuleţele) acestuia*

cantharofile – *plante polenizate de coleoptere (gândaci)*

capere – *muguri florali, de la specii mediteraneene de Capparis, utilizaţi ca ingrediente active în unele produse alimentare*

capilitium – *sistem de hife sterile higroscopice, în formă de fir de păr, tuburi sau benzi, care se află între sporii de la mixomicete şi gasteromicete (fibre glebă), cu rol în împrăştierea sporilor, la maturarea acestora*

capitul – *tip de inflorescenţă monopodială, la care axul este scurt, îngroşat sau discifirm, pe care se află flori îngrămădite, cu două variante: a) spiciform la Trifolium pratense, Campanula glomerata ş.a.; b) umbeliform la Eryngium campestre, Sanicula europaea ş.a.; prezintă involucru din nomofile*

capsală (palmeloidă) – *treapta de organizare a talului la algele eucariote, alcătuită din celule vegetative imobile, fără perete gros, grupate temporar într-o masă gelatinoasă comună, omogenă sau stratificată*

capsula – *partea superioară a sporogonului de la briofite, în care se formează briosporii; tip de fruct coenocarp sincarp dehiscent, de la angiosperme, cu câteva moduri de dehiscenţă:*

- *valvicidă la care eliberarea seminţelor se face prin apariţia unor crăpături (valve) longitudinale, cu următoarele variante: septicidă cu deschiderea de-a lungul pereţilor despărţitori dintre carpele (la Ricinus communis ş.a.); loculicidă cu deschiderea de-a lungul nervurilor mediane ale fiecărei carpele (la Tulipa gesneriana ş.a.); septifragă când deschiderea are loc prin ruperea pereţilor de concreştere ai marginilor carpelelor (la Datura sp.)*
- *poricidă la care eliberarea seminţelor se face prin pori, care se pot forma în vârful capsulei (la Papaver sp. ş.a.) sau pe pereţii laterali (Campanula sp.)*
- *operculată (cu căpcel) sau pixida ca la Hyoscyamus niger (Măselariţă), Amaranthus sp. ş.a.*
- *denticulată la care eliberarea seminţelor se face prin dinţişori situaţi la partea superioară a capsulei (la Caryophyllaceae, Primulaceae ş.a.)*

carrageenul („extract de muşchi irlandez") – *este un produs poliglucidic obţinut din unele alge roşii cum sunt Chondrus crispus, Gigartina stellata, G. mamillosa ş.a.*

carbofile – *specii de ciuperci care se dezvoltă pe lemn ars*

cariogamie (K) (gr. karyon- sâmbure, nucleu; -gamos- contopire) – *contopirea nucleilor în procesele sexuale de gametogamie sau gametangiogamie; în procesele de contopire ale gametociştilor plurinucleari, de la unele grupe de ciuperci, poate avea loc o cariogamie multiplă (la majoritatea zigomicetelor) sau o cariogamie simplă (la unele ascomicete inferioare)*

cariopsa – *fructul graminelor provenit dintr-un gineceu pseudomonomer superior, la care peretele fructului este concrescut cu tegumentul unicei seminţe*

carpelă – *partea componentă a gineceului monocarpelar şi choricarpelar sau coenocarp de la angiosperme*

carpidii – *fructe parţiale în cazul unui fruct multiplu, rezultat dintr-un gineceu choricarpelar (ca de ex. la Ranunculus sp., Anemone sp. ş.a.)*

carpofor – *purtător al fructului provenit din prelungirea bazei carpelei (ex. la Arachys hypogaea ş.a.) sau axul median al fructului schizocarp de la Apiaceae ş.a.*

carpogonii – *gametangii (gametociştii) feminini de la rhodofite, în formă de sticlă de lampă, cu o parte bazală mai umflată şi o prelungire filiformă numită trichogin; sunt unicelulari şi în ei se formează o oosferă (gamet feminin)*

carposporange – *celulă din talul diploid (carposporofit) al algelor roşii în care se formează carpospori (mitospori diploizi)*

carposporofit (gonimocarp) – *veriga diploidă din ciclul de dezvoltare al rhodofitelor (între G_n şi S_{2n}) alcătuit din gonioblaste, pe care se formează carposporangi, în care, în urma mitozelor, se formează carpospori (mitospori diploizi)*

carpozom – *corpul fruct de la ciupercile superioare;* vezi şi sporofor

caruncul (aril micropilar) – *anexă cărnoasă a seminţei, sub forma unei excrescenţe a ţesutului integumentului, în jurul micropilului (la Euphorbia sp., Ricinus sp., Juncus sp. ş.a.)*

castană de apă – *denumire dată plantei Trapa natans, datorită semințelor ei comestibile*

catafile – *frunze protectoare simplu configurate, care nu sunt verzi, în formă de solzi/scvame sau reduse la baza frunzei, cum se află pe lăstarii subterani (rizomi, tuberculi sau stoloni), la exteriorul mugurilor de iarnă ai plantelor lemnoase (ca scvame), dar și la exteriorul bulbilor scvamoși*

caudicul – vezi la polinarie

cauliflorie (gr. caulis- tulpină; -flos- floare) – *apariția florilor pe axele groase ale lăstarului, la specii mediteraneene (Cercis siliquastrum, Ceratonia siliqua) sau tropicale (Theobroma cacao ș.a.)*

caulis - *denumirea generală a tulpinilor erbacee verzi, fistuloase sau nefistuloase, ramificate sau neramificate*

cauloid – *structură a talului de la unele alge eucariote pluricelulare, asemănătoare unei tulpini*

caulonema – *etapa a două după cloronemă, a formării protonemei (de la briofite), mai săracă în cloroplastide și cu pereții transversali dintre celule dispuși oblic; pe aceasta se formează muguri și ramificații laterale*

cărnos – *suculent, gros și care nu se ofilește ușor (ex. Sedum sp. etc.)*

cânepa de Manilla – *fibre textile, care reprezintă fasciculele floemo-xilematice din frunzele de Musa textilis*

cânepa neozeelandeză – *fibre textile obținute din Phorminium tenax (fam. Liliaceae) din Noua Zeelandă*

cânepa Sisal – *fibre textile obținute din frunzele speciei indiene Agave sisalana*

cârlig – *modul de formare al ascelor cu ascospori, în vârful hifelor ascogene dicariotice, la ciupercile Ascomycetes*

ceară de Carnouba – *denumirea comercială a cristalelor de ceară, în formă de bastonașe, de pe frunzele și lăstarii tineri ai palmierului Copernicia cerifera din America de Sud caldă*

cefalodii – *excrescențe de forma unor căpșoare, papile sau măciuci, pe suprafața talului unor licheni, în care se află o algă albastră-verzuie (Nostoc), în timp ce în structura talului lichenului, ca fotobiont, este o algă verde; cefalodii exotrofe, rareori și endotrofe*

cefalosporina – *antibiotic extras dintr-o specie de mucegai (Emericelopsis terricola) sau ca produse de semisinteză*

celula – *unitatea structurală, funcțională și genetică a organismelor:* protocită *(procariotă), fără un nucleu distinct, delimitat de o membrană proprie fața de citoplasma înconjurătoare, cu echivalent al acestuia numit nucleoid;* eucită *(eucariotă) cu un nucleu individualizat cu membrană proprie și cu mulți cromozomi, dar și cu un sistem intern de citomembrane, care lipsesc la celula procariotă*

celule căpșor primare – *celule interioare din spermatogoniul Characeae-lor*

celula generativă – *în alcătuirea grăunciorului de polen al angiospermelor, prin mitoză, dă naștere la două spermatii (gameți masculini neflagelați)*

celula spermatogenă – *în alcătuirea grăunciorului de polen al gimnospermelor, care prin mitoză dă naștere la două spermii (gameți masculini flagelați) (la gimnospermele primordiale) sau la două spermatii (la gimnospermele evoluate)*

celule Strasburger – *celule parenchimatice, bogate în proteine, care întovărășesc tuburile ciuruite la gimnosperme și pteridofite, deși nu provin din aceeași celulă inițială (sunt analoage celulelor anexe de la angiosperme)*

celule trompetă – *celule alungite din cauloidul algelor brune, analoage, structural și funcțional, tuburilor ciuruite de la angiosperme*

cenobii – *grupări temporare de organisme unicelulare, cu pereții celulari strâns alipiți, dispuse într-o masă gelatinoasă comună și care duc viața împreună fără a se înmulți (numărul de celule este determinat de la început)*

cenoblaste - *celule mari, polienergide, de la alge verzi (Caulerpa, Vaucheria, Botrydium ș.a.) și ciuperci (Oomycetae, Chytridiomycetae, Zygomycetae)*

cenocit (gr. coenos- comun; -cytio- cutie) – *celulă cu numeroși nuclei într-o masă citoplasmatică comună la mixomicete și unele alge eucariote*

cenozigot – *sau zigot colector de la unele zigomicete, care conține mai mulți nuclei haploizi; se formează prin pătrunderea nucleilor ♂ din gametocistul ♂ în oogoniu (gametocistul ♀), rezultat în urma cariogamiei multiple*

ceratoulmin - *toxină eliberată de ciuperca patogenă Ophiostoma ulmi, care duce la pieirea ulmilor în Europa Centrală*

chamaefite – *plante semilemnoase, la care organele de regenerare se află la mică distanță deasupra solului, iar partea superioară a lăstarului, erbacee, dispare iarna; în sens larg sunt incluse și specii de mușchi, licheni sau subarbuști*

Chantransia – *faza de sporofit de la Batrachospermum, considerată la început algă roșie independentă*

chasmogamie (gr. chasmato- a fi deschis; - gamos) – *flori ale angiospermelor care se deschid și expun, astfel, organele de reproducere (androceul și gineceul), pentru realizarea polenizării*

cheratinofile – *specii de ciuperci saprotrofe, care trăiesc pe resturi de coarne, copite, ghiare etc., în care predomină substanța organică cheratina*

chiastobazidii – *bazidii de la unele Heterobasidiomycetidae, la care fusul de diviziune al nucleului, în timpul meiozei, este orientat perpendicular pe axa longitudinală a bazidiei și, astfel, aceasta apare septată longitudinal*

chionofile (gr. chionos- zăpadă; -philos- atracţie, preferinţă) – *specii care se dezvoltă sub covorul de zăpadă, înflorind şi fructificând, în câteva săptămâni, după topirea acesteia*

chinina – *alcaloid extras din scoarţa unor arbori din genul Cinchona (Rubiaceae), utilizat în tratamentul malariei*

chiropterofile – *polenizarea unor flori de angiosperme tropicale prin intermediul chiropterelor (lilieci)*

Choncocelis – *faza de sporofit a Bangiophyceae- lor, ce se dezvoltă pe carapacea calcaroasă a unor scoici şi crustacei*

chori – *prefix, cu utilizare generală, pentru a desemna părţi ale florii separate între ele, libere, neconcrescute: chorisepal, choripetal, choritepal, choricarpelar, choristemon*

chorus (de la gr. choreo-) – *a se răspândi*

cianele (gr. cyanos- albastru) -- *cianobacterii care trăiesc ca endocitobionţi în celulele unor alge eucariote (Glaucophyta), fără a-şi pierde individualitatea şi îndeplinesc rolul cloroplastidelor; scoase din celule îşi pierd viabilitatea*

cianobacterii – *sin. alge albastre-verzui*

cibarius – *bun de mâncat, comestibil; sin. edulis, vesca*

cifele – *mici depresiuni circulare, dispuse regulat, la distanţe egale, pe partea inferioară a talului lichenilor şi formaţi prin intreruperea plectenchimului sau afânarea acestuia;* vezi şi pori de respiraţie

cili vibratili - vezi mastigoneme

cimula – *dichaziu triflor din inflorescenţa amentiformă a Betulaceae- lor*

cincin – *inflorescenţa monochazială, la care axele ce se termină cu flori, se dezvoltă în planuri şi sensuri diferite, la boraginacee; sin. cimă scorpioidă*

cingulus – *şanţul transversal, care împarte în două jumătăţi celula de Peridinales (Dinophyta): epicon şi hipocon*

cipsela – vezi achena

circinat – *răsucit la vârf în formă de cârjă, cum este frunza de ferigi în primele faze de dezvoltare*

circumpolar – *arealul unor vieţuitoare, care acoperă aproape integral tot teritoriul (acvatic şi terestru) din vecinătatea cercului polar arctic*

ciste – *stadii celulare de durată, cu pereţii celulari puternic îngroşaţi, de la unele mixomicete, alge eucariote etc.*

cistide – *capete de hife sterile (sete), de formă variată, situate în himeniu, printre bazidiile mature şi cele tinere, dar şi în cuticula pălăriilor şi a piciorușelor sporoforilor, pe muchia şi feţele lamelor, numai la bazidiomicete*

cistocarp – *formă de rezistenţă la algele roşii, în care carposporofitul este înconjurat de un înveliş (pericarp) alcătuit din ramuri (fibre) provenite de la gametofit*

cistofori – *corpuri-fructe de la unele bacterii (Myxobacteriales)*

cistozigot – *o celulă diploidă de durată (zigot) rezultat în urma singamiei, înconjurată cu un perete gros, rezistent (la Saprolegniales, unele alge eucariote verzi, galbene-aurii etc.)*

cladă – *grup de organisme cu un strămoş comun; porţiunea dintr-un arbore filogenetic dintre două puncte de ramificare sau de la punctul de ramificare până la capătul ramurii*

cladistica – *ramură a taxonomiei care stabileşte relaţiile evolutive dintre organisme, bazată pe similitudini derivate*

cladodii – *metamorfoze ale ramificaţiilor lungi ale axei lăstarului, care, prin lăţire şi înverzire, preiau funcţiile frunzei (la Asparagus sp. ş.a.)*

cladogeneză - *ramificare divergentă evolutivă, în urma căreia apar specii noi dintr-un strămoş comun*

clasificare fenetică – *clasificare bazată pe similitudini şi diferenţe ale cât mai multor caractere; această clasificare nu caută să reflecte evoluţia deşi aceasta poate să rezulte*

clasificare filogenetică (filetică) – *sistem de clasificare al organismelor, utilizând cât mai multe caractere, care urmăreşte evidenţierea evoluţiei*

claviformina – *antibiotic extras din Penicillium claviforme*

cleistocarpie (gr. cleistos- închis, rămas nedeschis; -carpos) – *capsulă închisă, fără opercul şi peristom, la care eliberarea sporilor se face prin descompunerea pereţilor acesteia (la Dicranales, Bryophyta)*

cleistogame – *flori care nu se deschid şi astfel are loc autopolenizarea şi autogamia şi respectiv formarea fructului în mugurele floral nedeschis (la Viola alba, V. odorata, Arachis hypogea, Hordeum sp. ş.a.)*

cleistoteciu (gr. cleistos- închis; -theciu- cutie) – *corp-fruct complet închis, de formă ± sferică, al cărui perete se descompune la maturarea acestuia şi permite eliberarea ascosporilor; în interiorul acestuia ascele sunt aşezate neregulat (la ascomicetele inferioare)*

cleptocloroplastide – *plastide nepermanente din celula unor dinoflagelate cu nutriţie fagotrofă*

clonă – *urmaşi identici, din punct de vedere genetic, rezultaţi prin înmulţire vegetativă, dintr-un singur individ-mamă (exemplu la palntele care se înmulţesc prin butaşi, bulbi etc.) sau în urma diviziunii celulare nepreceadtă de fertilizare; producerea de copii exacte (clone) a uneia sau anumitor gene prin inginerie genetică*

clorocite (gr. chloros- verde; -cytos- celulă) – *celule vii, înguste şi alungite, cu cloroplaste, din frunzuliţele de la Sphagnum sp.*

cloronema (gr. chloros- verde; -nema- fir subțire) – *prima etapă în dezvoltarea protonemei briofitelor, sub formă unor fire pluricelulare, bogate în cloroplastide și cu pereți intercelulari transversali verticali, perpendiculari pe axa firului*

cloroplastide – *organitele (organelele) fotosintezei, de la algele verzi și plantele terestre, adică ale transformării energiei luminoase în energie chimică, care se înmagazinează în substanțe organice*

cocaină – *complex de alcaloizi conținuți în frunzele de Erythroxylon coca și alte specii sud-americane; produce vasoconstricție, tahicardie cu hipertensiune arterială, acțiune euforizantă, îndepărtarea oboselii, a senzației de foame; prin utilizarea abuzivă devine stupefiant, otravă pentru inimă; utilizat și ca analgezic local*

cocală – *treaptă de organizare a talului la algele eucariote, alcătuită din celule uninucleate, imobile, cu pereți celulari rigizi, care trăiesc ca solitare sau în cenobii*

coccolite – *solzi de calcit, sub forma unor plăci sau bețișoare, așezate la suprafața celulelor unor alge eucariote (de ex. Haptophyta)*

cocnomegaspor - *cei patru nuclei haploizi, rezultați în urma meiozei, din megasporocit, dar neseparați între ei prin pereți celulari*

coevoluție – *o evoluție condiționată reciproc, între grupe de animale (de ex. insecte polenizatoare) și florile anumitor specii de antofite*

cofedol – *produs farmaceutic pe bază de C.S.*

colar – *baza cutinizată a columelei din sporocistul de la Mucorales; legătură în forma unui guler, rezultat din unirea lamelelor, situat în vârful piciorului la unii bazidiocarpi*

colenchim – *țesut de susținere, alcătuit din celule vii, cu pereții neuniform îngroșați cu celuloză, hemiceluloză și compuși pectici și care sunt capabile de alungire și diferențiere*

coleoptila – *teaca unei frunze embrionare, care înconjoară vârful vegetativ al mugurașului (gemulei) la monocotiledonate*

colonii celulare – *asocieri permanente din puține sau numeroase celule, care provin prin diviziuni mitotice succesive dintr-o celulă inițială, legate între ele prin plasmodesme și cu diferențieri morfologice și funcționale frapante (la algele verzi Volvox, Eudorina ș.a.)*

columela - *coloana centrală de celule sterile din capsula briofitelor, din sporocarpii unor mixomicete și sporociștii de la zigomicete; axă columnară, în prelungirea piciorușului, pe care se fixează gleba (la gasteromicete)*

colpus – *cută (pliu) germinatiă situată în exina grăunciorilor de polen de la spermatofite, în poziția ecuatorială*

comensalism – *viața în comun a două organisme din specii diferite, în care un partener trage foloase de pe urma celuilalt, fără a-l influența recognoscibil*

conceptacul (= scafidie) – *adâncitură, în formă de urnă, pe suprafața talului unor alge brune (Fucales), în care se formează gametangii (gametociști)*

condiment – *produs de origine vegetală, animală sau minerală, care, adăugat unor alimente le conferă un gust sau aromă specifică*

conduplicată – *tip de prefoliație, când cele două jumătăți ale limbului frunzei, respectiv carpelei, sunt îndoite în lungul nervurii mediane și se suprapun una peste cealaltă*

conidie – *exospor de la ciuperci, rezultat în urma unor procese nesexuale*

conidiofor - *purtător care formează, susține, respectiv separă sporii rezultați nesexual (conidiile)*

contactul gametangilor – *proces sexuat la oomicete, la care gametangiile intră în contact direct, însă în oogonii pătrund numai nucleii masculini din spermatogoniu*

contiguitate – *care se ating dar nu se unesc*

consortium – *relații mutuale stabilite între o ciupercă și algă în talul lichenilor*

contortă - vezi la estivație

convergență – *configurații externe asemănătoare ale unor organe neomoloage; exemplu spinii și cârceii pot fi atât frunze transformate cât și lăstari metamorfozați*

convolută – *tip de prefoliație când în mugure, lamina frunzei este răsucită ca o țigară de foi, cu o margine ascunsă și alta în afară, vizibilă*

copal – vezi rășină de copal

copra – *uleiul comestibil extras din endospermul semințelor de cocotier (Cocos nucifera)*

coprofile (gr. copros- fecală, excrement; -philos- preferință) – *speciile de ciuperci care trăiesc pe excremente animale*

corelație – *legătură structurală și funcțională între organe sau trăsături, la forme înrudite, care trec printr-o evoluție; deși la un moment dat se dezvoltă independent, tind să rămână asociate între ele, ca de exemplu: traheide – floare simplu construită – embrion mic și endosperm abundent – formarea celulară a endospermului etc.*

coremii – *fascicule de conidiofori, strâns alipiți, care poartă în vârf conidiile sub forma unui capitul (la ascomicete)*

coriaceu - *pielos, de consistența pielii tăbăcite, sărac în suc, vestejindu-se greu, ca de ex. unele frunze la plantele din plin soare, corpuri-fructe la ascomicete și bazidiomicete*

coriarimirtină – *heterozidul, toxic pentru om, din planta mediteraneană Coriaria myrtifolia*

corimb - *inflorescență monopodială cu ax lung și subțire, la care pedicelii florilor sunt inegali, cei de la bază mai lungi, încât toate florile ajung aproape la același nivel (la Spiraea ulmifolia, Prunus mahaleb ș.a.)*

corm (gr. kormos- tulpină, lăstar) – *corpul vegetativ al plantelor vasculare (pteridofite și spermatofite) alcătuit din lăstar (axa + frunze) și rădăcina*

cormofite – *plante cu corm, cu înaltă diferențiere morfologică, histologică, biochimică etc.; ele prezintă axe înfrunzite (lăstari) și rădăcini și au origine unitară în algele verzi înalt organizate; sin. plante cu lăstari*

corola – *totalitatea petalelor unei flori; poate fi: choripetală sau simpetală; actinomorfă (radiară) sau zigomorfă (dorso-ventrală)*

coronula – *capetele libere ale tuburilor înveliutoare ale oogoniului la Chara (5), Nitella (10);* vezi și paracorola

corp-fruct – *structură plectenchimatică (de fructificare) care formează spori, care poartă spori sau care conține spori (la ascomicete și bazidiomicete); sin. sporofor, carpofor, carpozom*

corpuri de ulei – *celule parenchimatice în care se depozitează ulei ca substanță de rezervă (la mușchii hepatici)*

corpuscul bazal – *partea intracelulară a flagelului de la celula eucariotă, care se continuă cu axonema*

cortex – *coaja (învelișul) etaliilor mixomicetelor; în sens larg scoarța din structura rădăcinii și tulpinii*

cortina – *țesătura de hife, cu viață scurtă, rezultată din velum parțiale, care atârnă de marginea pălăriei pe corpurile fructe ale unor himenomicete Agaricales și protejează lamelele mature ale acestora*

cosmopolite – *cu privire la specii cu areal geografic extins pe mari suprafețe (țări, continente etc.), determinat de factori naturali; sin. eurichore*

C. S. – *cornul secarei (Claviceps purpurea)*

coryneforme – *cu morfologie transformabilă*

cotiledoane – vezi la embrion

cremocarp – *fruct dehiscent în două sau mai multe părți care poartă semințe*

criofiton (gr. cryos- frig; -phyton) - *specii sau grupe de specii de bacterii, alge, ciuperci, briofite adaptate să trăiască în stațiuni foarte reci (zăpadă, gheață sau ape foarte reci) din regiuni polare și din zonele alpine ale munților înalți*

criptogame (gr. cryptos- ascuns; gamos- „căsătorie" în sens de reproducere sexuată) – *plante cu reproducere sexuată ascunsă vederii, mult mai târziu descoperită în raport cu înmulțirea prin spori, care iese mai ușor în evidență; criptogame sunt talofitele, iar dintre embriofite briofitele și pteridofitele*

criptomonade – vezi la pseudomonade

crizolaminarina – *produs poliglucidic de rezervă de la algele eucariote Chrysophyceae*

cromatinoaparat - *se află în celula cianobacteriilor și este echivalentul nucleului celulei eucariote*

cromatofori – *plastidele algelor eucariote, în care se află mai multe grupe de pigmenți fotosintetizanți (fucoxantină, ficoeritrină, clorofilele a sau/și c dar și pigmenți auxiliari carotine și xantofile; cromatoforii algelor verzi și ale plantelor de uscat se numesc cloroplastide și conțin clorofila a și b (dominante) și pigmenți accesorii*

cromatoplasmă – *plasma periferică din celula cianobacteriilor, în care sunt localizați pigmenții fotosintetizanți și cei accesorii*

cromatoplastide – *plastide altfel colorate decât culoarea verde și care conțin pigmenții carotina și xantofila (de culoare galbenă, portocalie și roșie); se află în unele rădăcini (la morcov), părți ale florii, fructe etc.*

culmus – *tulpina gramineelor, cu noduri proeminente și internoduri fistuloase, numai la noduri cu pereți transversali; sin. pai*

cupula – *învelișul exterior al ovulului unor gimnosperme primordiale, din care a derivat integumentul extern al ovulelor angiospermelor*

curara – *alcaloid foarte toxic extras din planta sud-americană Strychnos toxifera, cu acțiune paralizantă asupra musculaturii striate*

curcumina – *substanță colorantă extrasă din rizomii de Curcuma sp.; sin. hârtie de curcuma*

cute germinative (pliuri germinative) – *porțiuni mai subțiri sau deschizături, mai mult sau mai puțin alungite, în exina grăunciorilor de polen de la spermatofite, pe unde se alungește intina și formează tubul polinic*

cvadrant – *fază inițială de 4 celule în dezvoltarea embrionului la spermatofite*

cyathium – *inflorescența elementară de la genul Euphorbia, alcătuită dintr-o floare feminină centrală nudă, înconjurată de 5 cime unipare (monocazii), fiecare redusă la câte o stamină, toate dispuse într-o cupă, rezultată din concreșterea bracteilor inflorescențelor parțiale masculine; sin. ciațiu*

D

decoct – *soluții extractive apoase, obținute la cald, din materia primă fragmentată și umectată în prealabil cu 3 părți de apă (rădăcini, rizomi, cortex, frunze pieloase sau fructe)*

decurent - *partea inferioară a laminei frunzei, astfel concrescută cu tulpina încât se alungește în jos, de la locul de prindere, sub forma a două aripi (de ex. la Symphytum officinale ș.a.)*

decusat – *câte două frunze opuse, dispuse în unghi drept și nesuprapuse față de următoarele, încât pe axa lăstarului iau naștere 4 rânduri de frunze; sin. dispuse opus, în cruce*

deme – *populații locale alcătuite din indivizi care se pot încrucișa liber între ei*

dendrogramă – vezi arbore filogenetic

depăşire - *proces elementar de desăvârşire a cormului la pteridofitele ancestrale, care constă în creşterea în lungime a unor ramificaţii ale telomilor primordiali, care au devenit axe principale purtătoare de sporangi, iar ramificaţiile depăşite în lungime au devenit ramuri laterale cu rol asimilator*

depurativ – *produs vegetal sau medicament care facilitează eliminarea din organism a produşilor inutilizabili*

dermatoplast – *celulă cu perete rigid la exterior*

descompunere – *proces datorat unor specii de ciuperci, care pot acţiona şi în condiţii uscate şi acide şi descompun unele substanţe ca celuloza, chitina ş.a.* (vezi şi putrefacţie)

determinanţi – *prin analogie cu antigenii (de la animale şi om) sunt fragmente dintr-o moleculă de proteină, care introduse într-o plantă, iniţiază o reacţie de răspuns, prin producerea unei proteine ca antideterminant*

detritivore – *organisme care se hrănesc cu detritus (unele nevertebrate, peşti etc.)*

detritus – *particule de materie organică, rezultate din descompunerea organismelor moarte, de pe fundul bazinelor acvatice, ca rezultat al activităţii descompunătorilor (bacterii, mixomicete, ciuperci); se prezintă ca un mâl fin şi uniform*

diade – *rezultă în urma meiozei în microsporangi (saci polinici), când în loc de 4 microspori se formează doi microspori (la unele monocotiledonate acvatice)* (vezi şi tetrade)

diadelf – vezi la androceu

diasporie – *totalitatea modalităţilor de propagare ale unui organism vegetal sub formă de spori, seminţe, fructe indehiscente, butaşi sau plante întregi*

dicarioni – *celule sau grupe de hife, în care persistă mai mult timp stadiul de nuclei perechi, cu potenţialităţi sexuale diferite (+ şi -); se află în ciclul de viaţă al ciupercilor superioare (ascomicete şi bazidiomicete)*

dichazii (gr. di- doi, de două ori; -chazein- a divide) – *inflorescenţă cimoasă, la care de sub floarea terminală pornesc două axe secundare opuse, care se termină cu flori ş.a.m.d. la numeroase cariofilacee; cimă bipară, alcătuită din trei flori pedicelate sau aproape sesile (la Fagales ş.a.)*

dichogamie (gr. di- doi, două; -gamos) – *maturarea în perioade diferite de timp a sexelor unei flori bisexuate pentru a preîntâmpina autopolenizarea şi respectiv autogamia*

dichotomie – *ramificare repetată a vârfului unor axe ale lăstarului sau rădăcinii în două ramuri egale (dichotomie izotomă) sau inegale (dichotomie anizotomă)*

dictiostel (gr. dictyo- reţea, plasă; -stelle- coloană) – *cilindru central reticulat, format prin ramificarea şi divizarea concomitentă a xilemului şi floemului şi dispunerea floemului în jurul xilemului (la ferigile leptosporangiate şi unele psilofite străvechi ramificate)*

didinam – *androceul alcătuit din două stamine mai lungi şi două mai scurte (la unele Lamiaceae)*

difiletic – *descendenţii, pe două linii distincte, dintr-un grup ancestral comun*

dioice (gr. di- doi, două; -oikos- casă) – *plante cu flori unisexuate dispuse pe indivizi diferiţi (Urtica dioica, Salix sp., Cannabis sativa ş.a.)*

dimorfism foliar – *frunze de două feluri, diferite ca formă, datorită dezvoltării lor în medii diferite (ex. la Ranunculus aquatilis frunzele submerse sunt filiform divizate, iar cele natante sunt palmat-lobate; la Salvinia natans la fel, frunzele submerse sunt deosebite de cela natante) sau în acelaşi mediu de viaţă ca la Hedera helix, la care frunzele de pe lăstarii sterili sunt pentalobate, iar cele de pe lăstarii fertili sunt ovoidale, întregi*

dinocarion – *nucleu celular, surprinzător de mare, din celulele Dinophyceae- lor*

diplaneţie (gr. diploplaneticus- rătăcitor) – *cu două stadii de motilitate (de ex. zoosporii de două feluri de la Saprolegnia sp.: ovoidali cu flageli situaţi apical şi reniformi cu flageli inseraţi lateral); procesul de producere a două tipuri morfologice de zoospori*

diplolepidee – *grupe de muşchi frondoşi superiori, la care peristomul este dublu, alcătuit dintr-un rând extern şi unul intern de dinţi*

diplont – *tip de alternanţă de generaţii, în care predomină diplofaza, singurele celule haploide sunt numai gameţii; caracterizează toate animalele, iar la plante este foarte rar întâlnită: la diatomee, mixomicete, oomicete şi unele alge eucariote (Fucales)*

diplostemon – *androceu alcătuit din două verticile de stamine: extern (episepal) şi intern (epipetal)*

distonocalm – *produs farmaceutic obţinut pe baza de C.S.*

diversitate – *noţiune care se referă la complexitatea în specii a lumii vegetale şi animale*

dolicoblaste (gr. dolichos- lung; -blastos) – *ramurile lungi de pe tulpinile spermatofitelor;* vezi şi lujer lung

doliporus – *structură în formă de butoiaş, situată în mijlocul septelor hifelor dicariotice de la bazidiomicete (cu excepţia Uredinalelor şi Ustilaginalelor), care prezintă pe laturi parentozomi; este mai perfecţionat decât porusul simplu de la ascomicete şi permite comunicarea între celule*

drajoni – *lăstari care provin din mugurii de pe rădăcini, la numeroase angiosperme lemnoase şi erbacee*

drepaniu – *inflorescenţă monochazială la care axele, terminate cu flori, se dezvoltă în acelaşi plan şi acelaşi sens, la Juncus sp.; sin. cimă secera*

drog – *în sens larg, se înţelege materie primă de origine vegetală, utilizată pentru prepararea de medicamente prin mărunţire, extracţie, comprimare; în sens strict prin drog se înţelege stupefiant, ca substanţă naturală, de semisinteză sau de sinteză, care prin utilizare repetată duce la intoxicarea organismului, cu efecte nocive pentru individ şi societate*

druze – vezi la ursini

duramen – *xilemul secundar central, din axele aeriene ale lăstarilor, în care toate celulele sunt fără conținut viu, iar vasele sunt închise prin formațiuni numite tile și devin astfel nefuncționale; pereții celulari suferă modificări chimice prin impregnarea cu săruri minerale, rășini etc. și astfel duramenul își schimbă culoarea și devine tot mai greu și rezistent, având largi utilizări industriale; la specii exotice se poate găsi: duramen roșu (Haematoxylon campechianum – Băcan); negru la abanos (Diospyros ebenum); verzui la guaiac (Guajacum officinale); roșu-brun la palisandru (Jaccaranda sp.);* vezi și alburn

E

ecidie – *hife îngrămădite, sub forma unei cupole, înconjurată de pseudoperidie, situată sub epiderma inferioară a frunzei de dracilă (Berberis vulgaris), în care se formează ecidiosporii cu nuclei perechi la Puccinia sp.*

ecidiospori – *spori unicelulari dicariotici din ciclul de viață al ciupercii heteroice Puccinia graminis*

ecosistem – *unitate funcțională a naturii, cuprinzând o parte biotică (organismele și interrelațiile dintre acestea) și o componentă abiotică, reprezentată de condițiile fizico-geografice și chimice ale mediului*

ecotop – *totalitatea factorilor fizico-geografici, climatici și edafici de pe o suprafață de teren limitată, nudă, fără viețuitoare; după instalarea biocenozei ecotopul se transformă în biotop; sin. stațiunea*

ectexina (= sexina) - *stratul extern al exinei grăunciorului de polen, puternic diferențiat și sculptural*

ectocarpen – *substanță chimică eliberată în mediu de talul unor alge brune (Ectocarpales), cu care ademenesc gameții masculini pentru fertilizare*

ectofloic – vezi la sifonostel

ectomicorize – *infectare hifală intercelulară a rădăcinilor unor arbori foioși sau rășinoși*

edulis – vezi vesca

efemere – *angiosperme unianuale cu perioadă de vegetație foarte scurtă, de câteva zeci de zile, în sezonul ploios, care apoi petrec anotimpul secetos sub formă de semințe sau fructe (Draba sp., Holosteum umbellatum)*

efemeroide – *plante perene cu bulbi, rizomi, tuberculi, care înfloresc numai în sezonul ploios (primăvara sau toamna), iar în perioadele de secetă dispare partea de la suparafața pământului și se mențin sub forma tulpinilor subterane (Crocus sp., Galanthus sp., Narcissus sp., Sternbergia sp. ș.a.)*

ejectosomi – *structuri urzicătoare în celula criptofitelor, care, excitați de lumină, sunt aruncați în afară*

elaiosom – *anexă cărnoasă a semințelor unor angiosperme (Viola sp.), bogată în lipide, dar și protide, glucide și cu rol de ademenire și astfel răspândirea acestora prin intermediul furnicilor*

elatere – *filamente sterile, cu rol în a catapulta sporii de la mușchii hepatici, Equisetum ș.a.*

embriofite – *plante terestre (Bryophyta, Pteridophyta și Spermatophyta), la care zigotul, prin diviziuni succesive dă naștere embrionului pluricelular; embriofite asifonogame (= Archegoniatae) sunt Bryophyta și Pteridophyta; embriofite sifonogame (Spermatophyta);* vezi și sifonogamie

embrionie nucelară – *formarea embrionului diploid din celule diploide ale nucelei (din afara sacului embrionar)*

embrionul bipolar – *este alcătuit dintr-un pol al lăstarului și unul al rădăcinii și se află la spermatofite*

embrionul la crucifere – *pleurorhiz (gr. pleura- latură, coastă; -rhiza- rădăcină) la care radicula este așezată pe partea laterală a cotiledoanelor (la Erysimum sp.);*
- *notorhiz (gr. notos- dos; -rhiza) – cu radicula așezată pe partea dorsală a cotiledoanelor (la Alliaria petiolata);*
- *ortoploc (gr. orthos- drept; -plocos- răsucire) cu cotiledoanele curbate în jurul radiculei*

embrionul tipic – *la spermatofite este alcătuit din:*
- *polul rădăcinii cu radicula; polul lăstarului, care se întâlnește cu polul rădăcinii în regiunea gâtului rădăcinii;*
- *polul lăstarului sau lăstarul embrionar este alcătuit din hipocotil, cotiledoane și plumula;*
  - *hipocotilul este situat între gâtul rădăcinii și locul de amplasare al cotiledoanelor / cotiledonului;*
  - *cotiledoanele sunt primele organe-frunză ale plantei, care se găsesc înainte de germinare în embrion, în număr de 2-14 la gimnosperme, 2 sau 1 (rareori mai multe) la angiosperme;*
  - *plumula (gemula) reprezintă mugurele terminal al embrionului, din dezvoltarea căruia rezultă lăstarul primar*
  - *epicotilul reprezintă segmentul de deasupra cotiledoanelor până la locul de fixare al primelor frunze (protofile)*

embrionul unipolar – *se caracterizează prin faptul că prima rădăcină se dezvoltă lateral de axa lăstarului și nu la polul opus ca în cazul celui bipolar; se află la pteridofite*

embrioteca - *reprezintă partea bazală, umflată, a arhegonului, care învelește sporogonul tânăr, până la maturarea acestuia; se află la briofite*

emergențe – *structuri ale axului lăstarului, la care participă, pe lângă epidermă, și țesuturi subepidermale, inclusiv țesutul conducător; ex.: e. glandulare la plante carnivore; ghimpii de la Robinia, Rosa, Rubus ș.a.*

emeticus (vomitorius) – *care provoacă vomă*

enațiuni – *emergențe, în formă de ac sau ghimpe, pe axele lăstarilor primordiali (telomi) de la pteridofita fosilă Asteroxylon*

endemite – *sunt speciile cu areal mic de răspândire (la un munte, o catenă muntoasă, un râu, o insulă etc.)*

endexină (= nexina) – *stratul intern al exinei mai omogen și nesculpturat*

endocarp – *partea internă a fructului matur*

endocitobioză – *sau simbioza intracelulară stabilă între organisme diferite taxonomic; prin fagocitoză un organism „prădător" încorporează în celulă „prada", care nu este însă asimilată (ca la endosimbioză) ci supraviețuiește în celula gazdă ca simbiont (sau parazit) și se poate înmulți independent în aceasta; ex.: cianele (cianobacterii care trăiesc ca simbionți permanenți intracelulari la algele Glaucophyta și îndeplinesc rolul de cloroplastide; zooxantelele (dinofite care trăiesc în simbioză cu coralii); bacterii din genul Rhizobium și Bradyrhizobium care trăiesc în celulele rădăcinilor de leguminoase și asimilează azotul molecular atmosferic; zoochlorelele, care reprezintă o simbioză permanentă intracelulară a unor alge verzi cu polipul de apă dulce – Hydra*

endosimbioză (simbiogeneză) – *la început ipoteză, apoi, pe baza a numeroase date, a devenit o teorie științifică intrată în patrimoniul universal al științei; celula eucariotă a provenit în urma unor simbioze succesive din cea procariotă; organismele ipotetice protoeucariote au încorporat prin fagocitoză procariote care trăiau în mediul extern: dintr-o bacterie purpurie încorporată au derivat mitocondriile, iar dintr-o cianobacterie au luat naștere cloroplastidele; în cursul evoluției îndelungate, endosimbionții au suferit transformări esențiale ca: pierderea peretelui celular, armonizarea înmulțirii cu celula gazdă, adaptarea concretă la necesitățile celulei gazdă, dezvoltarea unor sisteme translocatoare de informație genetică încât din simbionți (deveniți organite celulare) informația trece în nucleul celulei gazdă, dar și de import specific de proteine din citoplasmă către organite; prin aceste sisteme translocatoare simbionții își pierd independența, încât dezvoltarea și înmulțirea lor este controlată de nucleul celulei gazdă*

endofitic – *care trăiesc în corpul plantelor fără a le parazita*

endoperidie – vezi la peridie

endoscopic – *embrionul multor pteridofite, care, în primele etape de dezvoltare, este orientat cu vârful către partea opusă a gâtului arhegonului și respectiv, la spermatofite, către partea opusă micropilului*

endosperm – *țesut nutritiv al seminței: nuclear, celular, intermediar (helobial)*

endosporium – *peretele interior al sporilor de la pteridofite și fungi, mai subțire și mai puțin rezistent*

endospori – *spori care se formează în interiorul unor sporangi sau alte structuri speciale (de ex. ascosporii etc.) și sunt eliberați în mod pasiv sau activ*

endostom – *rândul interior de dințișori, mai subțiri, de la peristomul dublu al capsulei mușchilor frondoși*

endotecium - *straturile interioare din ontogenia capsulei briofitelor, din care se formează arhesporul și uneori și capsula; stratul intern fibros (mecanic) al peretelui microsporangelui (sac polinic) de la angiosperme*

endoteliu (tapetum integumental) – *țesut nutritiv cu rol de hrănire al gametofitului feminin din ovulele tenuinucelate ale dicotiledonatelor simpetale, care se diferențiază din stratul interior al integumentului (asemănător tapetumului din sacii polinici)*

endozoochorie *vezi la zoochorie*

ensiforme – *frunze în formă de sabie la Iris sp.*

entomofilie (gr. entomos- insectă; philie- preferință, alegere) – *polenizarea florilor unor gimnosperme evoluate (Cycadales) și ale unor numeroase angiosperme prin intermediul insectelor*

entropia – *reprezintă degradarea materiei și a energiei dintr-un sistem până la starea uniformității inerte, o măsură a gradului de dezorganizare a acesteia; entropia poate fi atinsă numai în sistemele închise; organismele sunt sisteme deschise, care nu ajung la dezorganizare datorită aportului extern de substanțe purtătoare de energie (deci ele au entropie negativă = negentropie); în greacă, entropie înseamnă confuzie, acțiune de reîntoarcere, schimbare de dispoziție (după B. Stugren, 1965)*

epiblast – *rest al celui de-al doilea cotiledon, în embrionul gramineelor*

epicaliciu – *vezi calicul*

epicarp – *partea exterioară a fructului matur*

epichil – vezi la label

epicon – *partea superioară a corpului celulei de la Dinophyceae, separată de cea inferioară (hipocon) prin șanțul transversal numit cingulus*

epifile (gr. epi- pe; phylon- frunză) – *specii care trăiesc pe frunzele unor plante vasculare (de ex. alge albastre, diatomee, unele briofite etc.)*

epifitic – *specii care trăiesc pe unele plante fără să le paraziteze (unele briofite, alge, orchidee, bromeliacee etc.)*

epilitice (gr. epi- pe; -lithos- piatră, stâncă) – *specii care trăiesc la suprafața stâncilor (unele alge albastre)*

episomi – *material genetic la procariote care include plasmidele, particulele kappa, factorul de fertilitate ș.a.*

epistemologie (gr. episteme- cunoaștere) – *învățătura despre posibilitățile și limitele cunoașterii umane*

epiteca – *platoșa părții anterioare/superioare a celulei Dinophyceae- lor; valva superioară ce înconjoară celula la diatomee; sin. epivalva*

epiteciu – *vârfurile parafizelor, mai lungi decât ascele, aşezate deasupra acestora, în corpurile fructe de la ascomicete*

epizoochorie – vezi la zoochorie

ergomet – *produs farmaceutic pe bază de C.S.*

ergotism – *denumire actuală a bolii produse la om şi la unele animale (de ex. cai) de făina sau cariopsele de secară infectate cu Claviceps purpurea (C.S.)*

ericoid – *aspectul unui arbust foarte ramificat, cu frunze mici, liniare, persistente*

esenţa de Macassar – *uleiuri eterice mirositoare extrase din Cananga odorata (fam. Annonaceae) din Indo-Malaezia*

esenţa de safrol – *lemnul obţinut din planta nord-americană Sassafras officinale*

estivaţia – *modul de dispunere al elementelor periantului în mugure, care poate fi: imbricată – adică acoperirea reciprocă parţială a elementelor periantului, ca ţiglele pe casă (ex. caliciul la Rosa sp., corola de la Sedum sp. ş.a.); contortă, adică răsucit, înfăşurat, îndoit spre interior, cum sunt petalele de la Malva, Nerium, Gentiana ş.a.; ascendentă cum este corola de la Caesalpiniaceae, adică petalele se acoperă succesiv de jos în sus; descendentă corola de la papilionaceae, adică petalele (vexilul, aripioarele şi carena) se acoperă succesiv de sus în jos; valvată cum este corola la mimosacee, la care petalele se ating numai pe margini; apertă (deschisă)când piesele periantului nu se acoperă şi nici nu se ating (ca la Acer, Rhamnus ş.a.); sin. prefloraţie*

etalii – *grupuri de sporocarpi ± confluenţi, dar incomplet individualizaţi, cu aspectul unor perniţe (la unele mixomicete)*

euantii (gr. eu- adevărat; -anthos- floare) – *flori solitare, variat construite şi adaptate pentru polenizarea zoofilă*

eucariotă (= eucită) – vezi la celulă

eucarpie – *mod de formare a celulelor germinative (gameţi şi spori), când nu se consumă în întregime conţinutul gametangilor şi sporangilor, rămânând citoplasmă neconsumată numită periplasmă, cu rol în hrănirea şi maturarea celulelor germinative; caracter apomorf (de superioritate) în raport cu modul holocarpic de formare al acestora*

eurichore (gr. eurys- larg; -choreo- răspândire) – vezi cosmopolite

euritope (gr. euris- larg, mare; -topos- loc) – *specii cu largă amplitudine ecologică;* vezi şi stenotope

eutunicate – *asce cu peretele compact, cu structură mai complicată şi cu dispozitive speciale pentru deschiderea şi eliberarea activă a sporilor*

excipul – *partea cărnoasă a apoteciilor de la Ascomycetidae şi diferenţiat în excipul interior şi exterior*

excipul talin – *marginea apoteciilor la unii licheni, care conţine atât micobiontul cât şi ficobiontul*

exina – *învelişul exterior al grăunciorilor de polen*

exoperidie – vezi peridia

exoscopic – *embrionul de la puţine pteridofite, care este orientat cu vârful către gâtul arhegonului*

exospor – *peretele exterior al sporilor de la pteridofite, mai îngroşat şi rezistent la variaţiile mediului exterior*

exospori – *spori care se formează la exteriorul unor structuri speciale şi sunt despărţiţi de acestea prin părţi sterile (de ex. bazidiosporii etc.)*

exotecium – *epiderma sacilor de polen (microsporangi) de la spermatofite*

evenimentul Alvarez – *impactul unui asteroid cu Pământul la sfârşitul Cretacicului, acum circa 54 milioane ani, care a determinat extincţia în masă a dinozaurilor şi a altor specii din floră şi faună (descris de fizicianul american W. Alvarez)*

evoluţia biologică – *legile şi cauzele formării liniilor filetice (ale neamurilor) şi ale speciilor; descendenţa unor grupe de vieţuitoare din altele stinse:*

- *evoluţia divergentă – depărtarea de forma sau de formele de origine, care treptat duce la forme din ce în ce mai neasemănătoare şi astfel la apariţia de taxoni noi;*
- *evoluţie convergentă – realizarea de organisme cu aspecte şi structuri similare care aparţin la linii filetice (spiţe sau neamuri) diferite dar care trăiesc în aceleaşi condiţii de mediu; ex. de convergenţe morfologice sunt plantele cu aspect cactiform din zone deşertice, dar aparţinând la familii foarte diferite (Cactaceae, Amaryllidaceae, Euphorbiaceae ş.a.);*
- *evoluţie regresivă;*
- *evoluţie progresivă*

extracte – *sunt preparate obţinute din produse vegetale sau animale cu un solvent (apă, alcool, eter) sau amestecuri de solvenţi, care apoi sunt aduse la grad înalt de concentrare prin îndepărtarea solventului, încât capătă consistenţa fluidă, vâscoasă, moale sau chiar tare (siccum)*

F

fagotrof – *nutriţie prin fagocitoză, adică înglobarea unor particule solide (alge unicelulare, bacterii, spori etc.) de către unele celule eucariote*

falotoxine – *alcaloizi toxici conţinuţi de ciuperci din genul Amanita*

fanerogame (gr. phaneros- vizibil: -gamos) – *plante cu organe de reproducere vizibile de la distanță (gimnosperme și angiosperme)*

farmacopee – *cod oficial, legal și obligatoriu pentru producătorii de medicamente, care cuprinde norme ce asigură denumirea, descrierea, formula, compoziția chimică, prepararea, controlul și proprietățile chimice ale medicamentelor utilizate în terapeutică, în România; este în vigoare de la 1.IX.1993 ediția a* X^a *a Farmocopeei Române (F.R. X) (Dicționar farmaceutic)*

fena – *caractere vizibile la exteriorul organismelor, însă determinate genetic*

fenetică – *studiul asemănării exterioare, gradată, dintre diferiți taxoni*

fenologie (gr. phainestai- apariție; -logos) – *urmărirea dezvoltării fenofazelor vegetative și de reproducere la plante lemnoase sau erbacee, în funcție de anumite condiții staționale: înmugurirea, apariția primelor frunze, înfrunzirea în masă, umflarea bobocilor florali, apariția primelor flori, înflorirea în masă, scuturarea florilor, apariția primelor fructe, dezvoltarea în masă a fructelor, căderea fructelor, începutul căderii frunzelor, căderea în masă a frunzelor, sfârșitul căderii în masă a frunzelor*

fenoloxidaze – *substanțe tanante nespecifice, eliberate de planta gazdă pentru a anihila toxinele unor ciuperci patogene*

fialide – *celule conidiogene (de forma unei sticle, îngroșate la bază și subțiate la vârf) situate la capetele metulelor (profialidelor) de la mucegaiurile Penicillium, Aspergillus și Chalara, dar și la unele ciuperci patogene ale plantelor, cum sunt Fusarium, Verticillum ș.a.*

fialospori – *sporii care se dezvoltă din fialide; sin. fialoconidii*

fibre-gleba – vezi capilitium

ficobiline (ficobiliproteine) – *clasă de pigmenți accesorii, prezenți la algele albastre, glaucofite, criptofite și rhodofite, alcătuiți dintr-o proteină (ficobilină), legată de o grupare prostetică tetrapirolică colorată; aceștia sunt ficocianina și ficoeritrina*

ficobilisomi – *corpușoare sferice sau în formă de disc, separate de tilacoide (pe care se află clorofila a), în care se află pigmențiii ficobilinici (ficocianina și ficoeritrina); se află la Cyanophyta, Glaucophyta, Rhodophyta*

ficobiont (gr. phycos- algă; -biont) – *componentul algal fotosintetizant din talul lichenilor; sin. fotobiont*

ficocianina – *pigment fotosistetizant accesoriu, de culoare albastră, existent în ficobilisomi din celula algelor albastre-verzui, rhodofitelor și glaucofitelor sau în plastide la Cryptophyta*

ficoeritrina – *pigment fotosintetizant accesoriu, de culoare roșie, din celula rhodofitelor, glaucofitelor și cianobacteriilor, care se află în ficobilisomi; la criptofite se află în plastide*

filetice – *relații de înrudire și descendență dintre taxoni; evoluția filetică reprezintă o schimbare evolutivă în interiorul unei linii filetice, fără ramificarea acesteia în decursul timpului.*

filocladii (gr. phyllon- frunză; -klados- ramură) – *metamorfoze ale axelor lăstarului, scurte, lățite, verzi, care preiau funcțiile frunzelor la Ruscus sp. ș.a.*

filodii – *pețioluri sau rahisuri ale frunzelor dublu-penate, de la Acacia sp., lățite, care preiau funcțiile frunzelor, care s-au redus până la dispariția totală*

filogenia – *ramură a biologiei care studiază modalitățile de evoluție, a diversificării și desăvârșirii sferei vegetative și reproducătoare, care face organismul mai adaptat și mai eficient în utilizarea resurselor mediului; acestea trebuie urmărite în dezvoltarea istorico-temporală și spațială de-a lungul erelor geologice, cunoașterea și stabilirea descendenței unor taxoni și reconstituirea, cu caracterele sale primordiale, ale strămoșilor comuni din care s-au desprins, prin ramificare, formele actuale*

filoid – *telomul steril al pteridofitelor ancestrale devoniene, din care a rezultat frunza de tip microfil sau megafil; structură a talului de la unele alge eucariote pluricelulare care imită, ca formă, frunza*

filom – *organ frunză ancestral, cu structură dorso-ventrală și creștere limitată, provenit din axul lăstarului și din care a derivat varietatea extraordinar de mare a frunzelor pteridofitelor și spermatofitelor*

filotaxie (gr. phyllon-; taxis- dispunere, rânduială) – *modalitate de dispunere a frunzelor, la nodurile axei lăstarului, după anumite reguli*

filospor – *organ ancestral, purtător de ovule, asemănător unei frunze*

filosporie – *ipoteză conform căreia, ovulele, respectiv placentele, s-au format de la început pe frunze, din care se consideră că au derivat carpelele;* vezi și stahisporie

fimbrii – *fire subțiri, numeroase, mai scurte decât flagelii, pe peretele celular al unor bacterii*

fisticul – *semințele uleioase, comestibile, de la Pistacia vera, arbore cultivat în zona mediteraneană*

fitocită – *celula plantelor*

fitologie – *termen cuprinzător pentru știința despre plante (în antiteză cu zoologia) și care ar trebui să-l înlocuiască pe cel de botanică, deși acesta din urmă este adânc înrădăcinat și utilizat*

fitomelane – *pigmenți melanici care colorează în negru semințele unor monocotiledonate*

fitoplancton – *componenta algală a planctonului*

flabofene – *compuși care rezultă din oxidarea substanțelor tanante și care colorează variat duramenul unor conifere și foioase, făcându-l rezistent la boli și dăunători*

flavedo – *epicarpul colorat al fructului hesperida și care include epiderma cu cuticula și parenchimul interior adiacent*

floarea – *este un lăstar scurt neramificat, cu creștere limitată, ale cărui frunze s-au specializat direct pentru reproducere (formarea de celule generative) sau indirect ca organe de ademenire pentru animalele polenizatoare*

floarea biologică – *inflorescență (din punct de vedere morfologic) de la unele umbelifere (Orlaya grandiflora ș.a.) care are aspect de floare, datorită creșterii evidente a petalelor florilor externe ale umbelulelor și respectiv a umbelei ca întreg, în vederea ademenirii optice a insectelor polenizatoare; pseudantiul de la compozite, inflorescența elementară de la Euphorbia ș.a. sunt tot flori biologice*

floem (gr. phloios- coajă; -leptos- subțire, gingaș) – *țesut conducător alcătuit din celule vii, chiar dacă n-au nucleu, cu pereți subțiri, nelignificați, care servesc pentru conducerea substanțelor organice (sevei elaborate) la distanță; sin. liber, leptom, floem primar și secundar*

floridoside – *substanțe de rezervă specifice rhodofitelor*

flori-ciuperci – *ciuperci urât mirositoare din ord. Phallales, din regiunile tropicale, cu culori frapante, care atrag insectele, ca factori ai răspândirii sporilor*

florile angiospermelor – *sunt de trei feluri:*

- hipogine (gr. hypo- sub; -gyne) *la care componentele florii se inseră pe receptacul sub locul de prindere al ovarului gineceului (gineceu superior); ovarul este vizibil în floare nu sub floare;*
- perigine (gr. peri- în jur; -gyne) *la care ovarul este pe jumătate situat într-o scobitură a receptaculului, iar celelalte componente ale florii sunt dispuse pe receptacul în jurul ovarului (gineceu semiinferior) (Cerasus, Rosa);*
- *epigine* (gr. epi- deasupra, pe; -gyne) *când ovarul se află situat în totalitate în scobitura receptaculului cu care concrește, iar celelalte componente ale florii se inseră pe buza superioară a receptaculului; deasupra ovarului (gineceu inferior); ovarul este vizibil ca o îngroșare sub învelișul florii (la Amaryllidaceae, Iridaceae ș.a.)*

Focul Sfânt (sin. Focul Sfântului Anton) – *boală produsă la oamenii care au consumat pâine infectată cu Claviceps purpurea, caracterizată prin creșterea neverosimilă a temperaturii unor părți ale corpului sau a acestuia în totalitate; sin. ergotism*

forma de rodire principală (sexuată) – vezi teleomorfă

forma de rodire secundară (asexuată) – vezi anamorfă

forme biologice –*strategii de adaptare, la cormofite, pentru a depăși perioadele nefavorabile de vegetație în zonele cu anotimpuri pronunțate; sin. bioforme*

fornice – *solzii tiunghiulari de la gâtul corolei unor boraginacee; sin. apendici epipetali*

fototactism (gr. photos- lumină; -taktos- a se aranja) – *mișcări de orientare ale unor organe ale plantelor sau ale plantelor ca întreg, în raport cu direcția de acțiune a luminii solare*

fototrofă (fotoautotrofă) – *formă a nutriției autotrofe, prin utilizarea unor substanțe anorganice (H_2O și CO_2) de către plantele verzi în prezența luminii solare*

fragmobazidie – *denumirea dată bazidiei septată transversal sau longitudinal în patru celule (de regulă generală), pe care se află, la niveluri diferite, bazidiosporii; fragmostichobazidiile (= septobazidii tip) se mai numesc bazidii de tip Auricularia, iar fragmochiastobasidiile se mai numesc bazidii de tip Tremella* (vezi fig. 52 A, B)*; sin. heterobazidie*

frondă – *frunza ferigilor cu creștere apicală până la deplina formare, dar și partea vegetativă lățită, foliacee de la Lemna (Lintița)*

fruct – *organ al angiospermelor care servește formării, protecției și răspândirii semințelor*

frutescent – *cu axele lăstarului lignificate numai la bază, deci intermediar între erbaceu și lemnos (ca la Ricinus communis cultivat în zone temperate ș.a.)*

fucoidin – *mucilagii secretate de celulele unor alge brune din ord. Fucales, datorită cărora talurile rezistă la uscăciune, în timpul refluxului*

fucoserraten – *substanță chimică elaborată de oosfere, care ademenesc chemotactic spermatozoizii pentru fertilizare (la alge brune din ord. Fucales)*

fulcre – *apendici caracteristici situați pe peridia cleistoteciilor de la ciupercile Erysiphales*

fumonisine – *substanțe toxice produse de ciuperca Fusarium moniliforme pe porumb, care, consumat de om sau animale, produce cancere, afecțiuni neurologice sau respiratorii*

fungi (lat. fungus- ciupercă) – *sin. Ciuperci*

fungicide – *produși chimici de sinteză care omoară unele ciuperci patogene*

fungistatice – *produși chimici de sinteză care împiedică înmulțirea unor ciuperci patogene*

funicul – *cordon al miceliului, ce fixează peridiolele, în corpul fruct de la Nidulariales; piciorul ovulului cu care se fixează pe placentă și care se poate menține și pe sămânța matură*

G

galbule – *conurile feminine devenite cărnoase (pseudobace) de la Juniperus sp.*

gametangi – *organe sexuale de la plante terestre inferioare (briofite și pteridofite), înconjurate de un înveliș exterior pluricelular, care le protejează de uscăciunea atmosferică; în acestea se formează gameții;*

gametangii de la algele eucariote și ciuperci, cu altă structură și fără perete protector poartă numele de gametociști, dar termenul de gametange trebuie menținut și la algele eucariote și ciuperci

gametangia – *procesul de contopire a gameților*

gametangiogamia – *contopirea gametangilor la zigomicete și ascomicete într-un zigot*

gametociști – *gametangiile unicelulare de la alge eucariote și ciuperci, neprotejate de un perete pluricelular:*

- *masculini sunt de două feluri: spermatangii în care se formează gameți masculini neflagelați (spermatii); spermatogonii în care se formează gameții flagelați (spermii sau spermatozoizi);*
- *feminini: carpogonii, oogonii*

gameto-gametangiogamie – *contopirea unui gamet cu un gametange la unele alge brune sau verzi (Chlamydomanaceae)*

gametofit – *generația haploidă sau generația sexuată, parte a ciclului ontogenetic de dezvoltare la alge, fungi și plante terestre; toate celulele sunt haploide (G_n) și pe acestea se formează gametociștii și respectiv gametangiile cu gameți (celule sexuale haploide)*

gameți – *celulele sexuale în lumea vie*

gariga – *tufărișuri sempervirescente scunde (→ 1 m) răspândite pe substrat calcaros și marnos în sudul Franței, dominate de Quercus coccifera (Stejarul cârmâz), specii de Erica, Thymus, Rosmarinus officinalis, iar în sudul Spaniei, nordul Marocului și Algeriei cu dominanța palmierului pitic (Chamaerops humilis)*

geitenogamia (gr. geitenos- vecin; -gamos) – *polenizarea cu polen provenit de la o floare învecinată, situată pe același individ*

gemă – *împletitură de hife, acoperită de un perete gros, care se delimitează de miceliul vegetativ și care servește la supraviețuirea în condiții neprielnice de mediu (la oomicete)*

gemulă – vezi plumulă

gena – *unitate elementară a eredității situată într-un anumit locus pe cromozom, care reprezintă o succesiune de nucleotide din macromolecula de ADN sau ARN (la ribovirusuri) care determină sinteza unei proteine*

genealogie – *istoria unui neam sau a unei specii, cu stabilirea filiației, a ascendenților și descendenților acestora*

generație – *perioadă a ontogeniei, care începe cu un tip de germeni (celule sau corpuri germinative) și care prin mitoze succesive devine pluricelulară; la plante sunt două generații G_n și S_{2n} reglate, în desfășurarea și succesiunea lor, de două procese: fertilizarea și meioza; zigotul sau gameții nu constituie o generație*

geolemente (elemente areal-geografice) – *grupează speciile și taxonii supraspecifici pe baza arealului lor actual: europene, central-europene, eurosiberice etc.*

genoelemente (elemente genetice) – *reunesc taxonii vegetali sau animali după regiunea sau teritoriul lor de origine: carpatice (carpatogene), balcanice (balcanogene), mediteraneene, anatolice etc.*

genofor – *cromozomul virusurilor și procariotelor; tot genofor este și materialul genetic al mitocondriilor și plastidelor, similar cu cel al bacteriilor, ca dovadă a originii acestora prin endosimbioză*

genotip – *constituția genetică (totalitatea genelor) a unui organism*

germeni – *celule izolate sau formațiuni din mai multe celule, acre servesc la înmulțirea vegetativă sau la reproducerea sexuată; ca germeni sunt considerați: conidiile, sporii, polenul, gameții, semințele, fructele indehiscente etc.*

gerontoplaste (gr. gerontos- bătrân; -plastos) – *plastide, colorate în galben prin carotenozi, care derivă din cloroplaste; se formează toamna în frunze, înainte de căderea acestora, la sfârșitul unei perioade de vegetație (arbori foioși, Larix sp., etc.) sau la coacerea fructelor*

ghimbir – *condiment aromatic și cu calități afrodisiace, extras din rizomul de Zingiber officinale*

ghimpi – *emergențe ale axului lăstarului (la Rosa sp., Rubus sp., Robinia sp., ș.a.);* vezi și spini

gibereline – *grupă de hormoni vegetali (altele decât auxinele) izolate din plantele atacate de ciuperca Giberella fujikuroi, care determină, la unele plante cu flori, alungirea axelor lăstarului, a rădăcinii sau favorizează înflorirea acestora; activează numai în prezența auxinelor*

gimnocarp – *mod de formare liberă a himeniului, pe suprafața corpului-fruct apoteciu, la discomicete*

gimnoplast – *celulă cu un nucleu dar fără perete rigid la exterior (Olpidium ș.a.)*

gimnosperme (gr. gymnos- golaș, neînvelit; -sperma) – *plante numai cu semințe, fără fruct*

gineceu – *partea reproducătoare feminină dintr-o floare (sexul feminin al florii) alcătuit din totalitatea carpelelor; poate fi:*

- *choricarp* (gr. chori- liber, neunit; -carpos-) – *format din carpele neconcrescute între ele (inclusiv cel monocarpelar); sin. apocarp*
- *coenocarp (cenocarp) (gr. coeno- unit, asociat; - carpos) – alcătuit din mai multe carpele concrescute și poate fi: lisicarp* (gr. lysis- eliberare, punere în libertate; -carpos) *este gineceul unicompartimentat cu placentația centrală liberă; paracarp* (gr. para- de lângă; -carpos) *este alcătuit din carpele concrescute numai prin marginile lor, necompartimentat, cu placentație parietală; sincarp* (gr. syn- împreună; -carpos) *se formează prin concreșterea unui număr diferit de carpele și prezintă mai multe compartimente cu placentație unghiulară; hemisincarp – este intermediar între cel choricarpelar și cel coenocarp, caracterizat prin faptul că în primele stadii ale concreșterii carpelelor, nervurile lor laterale se apropie dar nu concresc*

ginodioic – *plante cu flori unisexuat-feminine și bisexuate pe indivizi diferiți (ex. Salvia pratensis ș.a.)*

ginofor – *pedunculul gineceului sau ovarului, care nu este produs de acesta, dar care le ridică mai sus (la Brassicaceae, Arachys hypogaea ş.a.);* vezi şi carpofor

ginostemium (gr. gyne- gineceu; stemios- stamine) – *concreşterea, în floare, a staminei cu stigmatul gineceului (la Orchidaceae, Asclepiadaceae ş.a.); sin. ginostegium*

glabru – *organ vegetal fără peri pe suprafaţa sa*

glans – *fructul nucă, cu o cupă bazală, de la Quercus sp.*

gleba – *partea fertilă a sporoforului de la gasteromicete, în care se află bazidii cu basidiospori şi fibre sterile, ramificate, care alcătuiesc capilitium*

globuli polari – *în ovulul angiospermelor, cei doi nuclei, migraţi din polul micropilar şi chalazal, în zona mediană a sacului embrionar, alipiţi, dar neconcrescuţi; după concreştere formează nucleul secundar al sacului embrionar*

glochidii – *prelungiri spiniforme, cu vârful răsucit ca un cârlig, pe microsporii de la unele Hydropteridales (Azolla sp.) sau pe aglomerările de grăunciori de polen de Orchidaceae*

glomerul – *cimă sesilă, alcătuită din flori sesile, dar care niciodată nu se formează la capetele axelor şi nu totdeauna înflorirea este de la exterior către interior (ca la capitul); se află la Beta vulgaris, Chenopodium sp., specii de Verbascum ş.a.*

glume – *bracteile de la baza spiculeţului gramineelor; sin. cămăşi de învelire*

gogoşi – *denumire polpulară dată, uneori, sporoforilor de la unele gasteromicete (Bovista, Lycoperdon etc.)*

gomoni – *substanţe specifice sexului, care conduc la diferenţierea sexuală, ademenirea chemotactică şi contopirea gameţilor*

Gondwana – *vechi continent din Paleozoic, în Emisfera Australă, care prin scindare ulterioară a dat naştere blocurilor continentale din Emisfera sudică;* vezi şi Laurasia

gonidială (gr. goneo- zămislire) – *zona din talul lichenilor unde sunt concentrate celulele ficobiontului, iniţial considerate ca având rol în înmulţire*

gonimoblaste – *filamente pluricelulare ramificate, alcătuite din celule diploide, care provin din contopirea celulei auxiliare cu o celulă din firul oblastem şi se transformă în carposporangi cu carpospori (la algele roşii)*

gonimocarp - vezi carposporofit

gonotrofie (gr. goneo; -trophein- hrănire) – *hrănire prin cel care l-a creat; la plante hrănirea unei generaţii prin cealaltă, ca de exemplu la plante-muşchi sporofitul este hrănit de gametofit*

gosipol – *alcaloidul extras din seminţele de bumbac (Gossypium sp.)*

granulele de polen – *reprezintă locul de formare al gametofiţilor masculini de la spermatofite; prezintă un înveliş (sporoderma) şi conţinutul viu; la gimnosperme se află 1 (2) celule protaliene, o celulă vegetativă, o celulă dislocatoare (rest din anteridiu) şi o celulă spermatogenă; la angiospermele primordiale sunt două celule (sifonogenă şi generativă), iar la cele derivate trei celule: sifonogenă (care formează tubul polinic) şi două spermatii, rezultate din diviziunea mitotică a celulei generative; în ontogeneză, la început, sunt microsporii (granulele de polen mononucleate, rezultate în urma meiozei), din care ulterior se formează granulele de polen prezentate mai sus, în care se formează gametofiţii masculini prezentaţi mai înainte*

gudron – *produs vâscos, brun negricios, obţinut prin distilarea uscată a lemnului unor specii din genurile Pinus, Fagus, Betula ş.a.*

gutaperca – *exudat lăptos, apropiat ca formulă chimică de cauciuc, obţinut prin incizii în tulpina unor Sapotaceae din Indo-Malaezia (Palaquim gutta, P. bornense) şi utilizat ca izolator al cablurilor electrice, la prepararea cementului dentar, izolator de umezeală pentru răni; sin. gutta*

gutaţie (gr. gutta- picătură) – *eliminarea, sub formă de picături, a apei de către plante, în timpul nopţii, când atmosfera este umedă, prin structuri speciale numite hidatode*

H

habitat – *mediul de viaţă stabil al unei vieţuitoare, care cuprinde totalitatea condiţiilor exterioare (abiotice şi biotice), care acţionează împreună asupra vieţuitoarelor respective; pentru animalele mobile un habitat poate cuprinde mai multe biotopuri*

habitus (lat. hibitus- aspect, configuraţie) – *înfăţişare generală exterioară a unei plante*

halofile (gr. halos- sare, sărat; -philos- atracţie, preferinţă) – *plante care prosperă, atât vegetativ cât şi reproducător, pe terenuri sărăturoase*

hamateciu – *perifizele împreună cu pseudoparenchimul interascal, cu parafizele şi pseudoparafizele trabeculate din corpurile sporifere ale ascomicetelor*

haplobiont – *organism vegetal al cărui ciclu de viaţă este predominat de generaţia haploidă (gametofitul), singura celulă diploidă fiind zigotul; ex.: Chara sp., Chytridiomycetae, unele drojdii etc.*

haplocheilice – *tip primitiv de aparat stomatic, la care celulele stomatice şi celulele anexe se formează din iniţiale diferite;* vezi şi sindetocheilice

haploclamideu (gr. haplos- simplu; -chlamys- înveliş) - vezi la periant

haplodiplobiont (gr. haplos – simplu, singur; -diplos- dublu; bios- viață) – *organisme vegetale care prezintă în ciclul lor de viață alternanța celor două generații: gametofit și sporofit, cu predominanța unuia sau altuia; ambele generații sunt pluricelulare (la unele alge eucariote, clorofite și plante vasculare)*

haploid – *celulă sau organism ale cărui celule au un singur set de cromozomi (condiție normală a gameților), pe jumătate față de celulele somatice (n – 2n)*

haplolepidee – *ordine mai primitive ale sucl. Bryidae, la care peristomul are construcție simplă: alcătuit dintr-un rând de celule întregi sau dintr-un singur rând de dințișori*

haplonema (gr. haplos; -nema- fir subțire) – *un tal alcătuit dintr-o înșiruire, una în continuarea celeilalte, de celule haploide, care alcătuiesc un fir lung*

haplostemon – *tip de androceu alcătuit dintr-un singur verticil de stamine*

haptere (gr. haptos- a se agăța) – *expansiuni ale perisporului sporilor la Equisetum, de forma unor panglici înguste, răsucite în spirală în jurul sporilor, și măciucate la capete, cu rol în agregarea sporilor și răspândirea acestora separat sau în grupuri*

haptonema – *apendice în forma unui fir subțire, cu rol de fixare, înserat lângă flagel, la unele alge monadale (Haptophyta)*

hașiș – *rășină narcotică ce se află în vârfurile exemplarelor feminine de la cânepa indiană (Cannabis sativa subsp. indica); este excitant psihic și prin consum repetat duce la dependență și toxicomanii grave*

haustori (lat. haustorium- sugător) – *structuri cu rol absorbant la vârful unei mici hife sau ale ramificațiilor acesteia, care fac legătura între gazdă și ciuperca parazită sau patogenă; structură asemănătoare rădăcinilor adventive la antofitele parazite și semiparazite dar și la baza sporogonului briofitelor și în embrionul tânăr al pteridofitelor, cu rol de absorbție a substanțelor nutritive; haustoriu endospermal – la genurile angiospermelor cu endosperm bazal (helobial) – cu rol de absorbție a substanțelor nutritive din endosperm și perisperm, pe care le tarnsmit embrionului în timpul germinării semințelor*

heliofile (gr. helios- soare; -phileo) – *plante care cresc în plin soare, care iubesc lumina solară directă*

helofite (gr. helos- mlaștină; -phyton- plantă) – *plante, în general de talie mare, care cresc în mlaștini, pe lângă bălți cu apă dulce sau sălcie*

hemiangiocarp (gr. hemi- pe jumătate; angiocarp- corp-fruct închis) – *mod de formare a himeniului (stratul fertil) în corpul fruct al unor ascomiocete (Pezizales ș.a.), care la început are formă sferică și apoi devine disciform, când stratul fertil devine vizibil*

hemiciclice – *flori la care periantul diferențiat în K și C este dispus ciclic, iar A și G, este format din elemente numeroase dispuse sporociclic (la Nymphaeaceae, Ranunculaceae ș.a.)*

hemicriptofite – *plante erbacee perene ale căror organe de regenerare se află aproape de suprafața solului și sunt protejate în perioadele nefavorabile de resturi vegetale, strat de zăpadă etc.*

hemiparazite – vezi semiparazite

hemiterofite – *plante bianuale la care desfășurarea ciclului vital (de la sământă la sământă) se desfășoară în doi ani*

hercogamia (gr. hercos- gard; -gamos- reproducere sexuată) – *se referă la separarea spațială mai clară a anterelor și stigmatelor, în florile bisexuate, pentru a împiedica autogamia*

heterobatmia (gr. heteros- gard; -bathmos- treaptă) – *dezvoltarea în trepte (mai accelerat sau mai încetinit) a unor caractere morfo-anatomice, fiziologice etc. la grupe de plante care derivă dintr-un strămoș inițial comun*

heterobazidia (gr. heteros- diferit; -basidia) – *denumire cuprinzătoare dată bazidiei septate transversal în patru celule (stihobazidie) sau longitudinal (= chiastobazidie) după modul de formare al fusului de diviziune în meioză: longitudinal sau transversal; bazidia septată transversal se mai numește stihobazidie (teliobazidie), iar cea septată longitudinal chiastobazidie*

heterochlamideu – vezi la periant

heterociste – *celule mai mari, cu conținut omogen sticlos, cu rol în fixarea azotului atmosferic, în filamentele celulare de la unele alge albastre*

heteroconte (gr. heteros- diferit; -kontos- flagel) – *grupe de alge eucariote și unele ciuperci, la care celulele germinative prezintă doi flageli inegali ca lungime*

heterocotilie – *dezvoltarea inegală a celor două cotiledoane la monocotiledonate primitive, urmată de reducerea până la dispariția totală a unuia dintre aceștia și, astfel, apariția unicului cotiledon de la monocotiledonate*

heterofilie (gr. heteros-; -phyllon) – *frunze cu configurație exterioară diferită, dar și funcții deosebite, în dependență de anumiți factori externi și interni; poate fi: dimorfism, trimorfism, polimorfism*

heterogameți (gr. heteros- diferit; gameți) – *gameți clar diferențiați ca formă, dimensiuni și comportament la alge eucariote superioare și plante terestre: cei masculini mai mici și mobili, cei feminini mai mari, imobili*

heterogamia – *contopirea heterogameților; ex. oogamia*

heteromeră (gr. heteros-; -meros- parte) – *structura internă diferită a talului lichenilor, prin repartizarea neuniformă a celor doi simbionți (micobiontul și ficobiontul)*

heterosporie - *diferențiere morfologică și respectiv fiziologică a sporilor de la numeroase criptogame și spermatofite*

heterostilic (gr. heteros-; -style) – *flori la care stilele gineceului au lungimi diferite: distilie la Primula officinalis – la unele flori stilul este lung şi depăşeşte gâtul corolei unde se află inserate staminele (longistile), iar la altele stilul este scurt şi rămâne în tubul corolei (brevistile); tristilie – cu trei feluri de stile la Lythrum salicaria: stigmatele şi sacii polinici se află la etaje diferite; polenizarea şi fertilizarea se realizează numai între tipuri diferite de flori*

heterotrofe – *organisme care se hrănesc cu substanţe organice dizolvate; pot fi saprotrofe şi parazite*

hialin – *transparent, sticlos şi fără culoare*

hialocite (gr. hyalos- limpede, sticlos; -cytos- celule) – *celule moarte, mari, pline cu apă şi cu pereţii cu îngroşări inelare, din frunzuliţele de la Sphagnum; servesc ca rezervoare de apă*

hibernacule – *muguri mici, fără scvame, la plantele acvatice, care se detaşează şi cad la fundul apei înainte de venirea vremii nefavorabile; servesc ca organe de înmulţire*

hidrochorie – *răspândirea germenilor plantelor prin intermediul apei, ca de ex. seminţe, fructe indehiscente etc., care conţin spaţii cu aer şi fac posibilă plutirea îndelungată pe apă (Nymphaea, Thypha, Iris pseudacorus ş.a.); capsule hidrochore de la Aizoaceae africane, care se deschid la umezeala atmosferică*

hidrofilie – *polenizarea prin intermediul apei la unele angiosperme acvatice (Valisneria spiralis ş.a.); sin. hidrogamie*

hidroide – *vase conducătoare pentru apă, fără îngroşări cu lignină ale pereţilor celulari, de la plantele muşchi-superiori*

hidrofite – *plante adaptate vieţii în apă (alge, unele ciuperci, unele plante-muşchi şi puţine cormofite)*

hife (gr. hyphé- filiform) – *elemente structurale de bază ale miceliului şi corpurilor fructe de la ciuperci, sub forma unor filamente celulare incolore şi cu pereţii ± îngroşaţi; elementele de structură ale micobiontului din structura lichenilor:*

- -*hife generative* – *sunt ramificate, septate, cu sau fără anse, cu pereţi subţiri până la groşi şi cu lungime nelimitată; ele dau naştere himeniului dar şi celorlalte tipuri hifale;*
- *hife de legătură* – *sunt hife scurte aseptate, ramificate, cu peretele gros, situate în corpuri-fructe perene sau în cordoanele miceliene la bazidiomicete, ca elemente de structură;*
- *hife rizoid* – *hife cu rol de fixare de substrat, cu aspect de rădăcini, la zigomicete şi pe talurile crustoase ale lichenilor;*
- *hife schelet* – *hife lungi, aseptate, neramificate sau ramificate, cu pereţii groşi, care terminal se pot dezvolta arboriform, din alcătuirea corpurilor-fructe tari, perene, ale unor bazidiomicete*

higrofane – *corpuri fructe de la bazidiomicete, la care pălăria sau piciorul îşi schimbă culoarea sub acţiunea umidităţii; sin. corpuri-fructe higrofane*

higrofite – *plante terestre adaptate la o umiditate permanentă a solului şi atmosferei, la care stomatele, pe ambele epiderme ale frunzei, stau mereu deschise*

hilul – *se prezintă ca o pată albicioasă pe tegumentul seminţei şi reprezintă locul de desprindere al acesteia de pe funicul, prin care a fost hrănită în perioada de maturare; la ovule locul unde funiculul se prinde de corpul ovulului*

himeniu – *stratul fertil al corpului de fructificaţie, alcătuit din asce sau bazidii, printre care se află elemente sterile ca parafize şi perifize (la ascomicete) şi respectiv cistide (la bazidiomicete)*

himenofor (purtător al himeniului) – *suportul stratului himenial, care se poate prezenta sub formă de zbârciuri, ghimpi, stinghii, lamele, tuburi, mărind astfel suprafaţa himeniului*

himenomicete – *bazidiomicete superioare la care himeniul este dezvoltat liber pe suprafaţa bazidiocarpilor*

hipantium – *cupă receptaculară în care se află afundate ovarele sau ovarul (la genurile Rosa, Calycanthus, Galanthus ş.a.); deseori la formarea acestei cupe participă şi părţile inferioare concrescute ale învelişului florii cu staminele*

hipnospori – *spori de repaus la unele mixomicete, ciuperci patogene, care iernează în părţile moarte ale plantelor şi germinează primăvara; termen cuprinzător pentru oospori şi zigospori; se pot întâlni şi la unele alge eucariote*

hipnozigoţi (gr. hypnos- somn; -zigot) – *zigoţii ca celule de repaus la unele alge eucariote de apă dulce, dar şi la unele ciuperci*

hipochil – vezi la label

hipocon – *partea inferioară a celulei de Dinophyceae, separată în două jumătăţi de cingulus*

hipocotil – *elementul component cel mai de jos al axei lăstarului, situat între rădăcina principală şi cotiledoane;* vezi şi la embrion

hipofiza – *zona celulară, între suspensor şi proembrion, din care se diferenţiază vârful radiculei cu scufia*

hipogeu (gr. hypo- sub; -geos- pământ) – *corpuri-fructe de la unele ciuperci (Tuberaceae), care rămân sub pământ; fructe care se maturează sub pământ (Arachys hypogaea ş.a.)*

hipotalus – *parte neconsumată şi întărită a plasmei, care rămâne la baza sporocarpilor sau etaliilor de la mixomicete*

hipoteca – *platoşa sau peretele părţii posterioare sau inferioare a celulei de la diatomee; sin. hipovalva*

hipsofilă – *frunză deosebită ca formă şi mărime de nomofilă, situată sub o floare sau inflorescenţă, cu o construcţie mai simplă, dar uneori şi o colorare mai deosebită, ca de exemplu bracteile, involucrul şi involucelul, palei, spaturi etc.*

histoplasmoză – *o boală gravă produsă la om de un mucegai (Emonsiella capsulata) ce se află în zone tropicale*

histerotеciu – *corpuri-fructe, în formă de linie, de la ascomicete, adesea încovoiate sau ramificate către vârf*

holobazidie (gr. holos- întreg, în întregime; -basidia) – *bazidie unicelulară, care poartă excrescenţe sterile numite sterigme, pe care se prind bazidiosporii, la acelaşi nivel*

holocarpie (gr. holos-; -carpos- „fructificaţie") – *mod de formare a celulelor germinative (spori şi gameţi) la unele grupe inferioare de ciuperci (acvatice sau de sol umed), când se consumă în întregime conţinutul sporociştilor şi gametociştilor (caracter plesiomorf)*

hologamie – *la unele ciuperci inferioare acvatice şi la unele alge eucariote, când întreg individul se transformă în celulă/celule sexuale*

holoparazite (parazite complete) – *sunt plante cu flori care nu mai conţin cloroplastide şi se hrănesc cu substanţe organice pe care le iau, din floemul plantei gazdă, prin intermediul haustorilor, care sunt situaţi pe un capăt al rădăcinilor: ex.: Lathraea squamaria (Muma pădurii) se aprovizionează cu sevă din floemul rădăcinii unor arbori (carpen, arin, molid); Orobanche sp. (Sugătoare, Lupoaie) îşi extrage hrana organică din floemul rădăcinilor unor plante cultivate (Floarea-soarelui) sau erbacee spontane*

homeochlamideu – vezi la periant

homeohidre – *plante independente faţă de variaţiile umidităţii mediului exterior, care, prin circuite de reglare, asigură gospodărirea apei din corpul lor prin modificări secundare ale pereţilor celulari (cutinizare, suberificare, lignificare) şi celule stomatice cu închidere şi deschidere activă; se încadrează aici pteridofitele şi spermatofitele*

homociste – *celule vegetative, aproximativ de aceeaşi formă şi dimensiuni, colorate, fotosintetizate (din filamentele pluricelulare ale cianobacteriilor) mai mici decât heterocistele*

homogame (gr. homeos- la fel; -gamos) – *florile bisexuate la care sexele (androceul şi gineceul) se maturează în aceeaşi perioadă de timp, favorizând autopolenizarea şi respectiv autogamia;* vezi şi dichogamia

homorizie (gr. homeos- la fel; -rhiza- rădăcină) – *reprezintă sistemul de rădăcini de acelaşi rang şi asemănător construite, ramificate sau moderat ramificate:*

- *__primară__ – când toate rădăcinile pornesc de la nodurile axei lăstarului (ca la plantele cu bulbi, rizomi etc.) sau de la baza frunzelor de pe tulpinile subterane (la pteridofite)*
- *__secundară__ – se referă la rădăcinile adventive de la cele mai de jos noduri ale lăstarului, după ce rădăcina embrionară dispare de timpuriu (de ex. la graminee); rădăcinile adventive ce pornesc din mezocotilul embrionului de la graminee şi, aparent, la germinare apare mai mult de o rădăcină embrionară (de fapt una este embrionară şi celelalte adventive): grâul (3-5); orz (5-8); orez (3-6); secară (4); orez (2)*

hormociste – *stadii de rezistenţă la cianobacterii, alcătuite din fragmente de filamente celulare, învelite într-un perete gros*

hormogonii – *porţiune din filamentul pluricelular al cianobacteriilor, alcătuite din mai multe celule tinere, nespecializate, care prin desprindere de filamentul mamă la nivelul unei heterociste, servesc la înmulţirea vegetativă*

I

ichtiochoria (gr. ichtyos- peşte; -choreo) – *răspândirea primordială a unor seminţe şi fructe de la angiosperme acvatice prin intermediul peştilor*

idioadaptări (gr. idios- individual) – *adaptări speciale la mediu, întâlnite la unele grupe de vieţuitoare, la care dezvoltarea se desfăşoară în acelaşi plan, fără ca nivelul perfecţionării să crească sau să scadă faţă de structurile predecesorilor lor (după Severţov)*

ierbos – *de consistenţă moale şi care se ofileşte uşor*

igniarius, igneus – *roşu-aprins, de culoarea focului*

imbricată – vezi la estivaţie

indusium – *excrescenţă membranoasă a epidermei inferioare a frunzelor de la ferigi, care acoperă aglomerările de sporangi numite sori, iar la maturarea sporilor se încreţeşte sau dispare*

inel – vezi annulus

infecţie (lat. inficere- a strica, a infecta) – *starea patologică produsă prin invadarea organismului de către un microb (bacterie), virus sau ciupercă*

inflorescenţă – *ansamblu de flori, fără frunze vegetative (trofofile) între ele*

internoduri – *elemente componente ale axei lăstarului, fără frunze*

infuziile – *cele mai simple soluţii extractive apoase, în care un produs vegetal friabil (flori, frunze, părţi aeriene întregi) se ţin în apă la temperaturi de fierbere 30 min. şi apoi se răcesc*

involucel – *totalitatea hipsofilelor situate la baza umbelulei de la apiacee*

involucrul – *alcătuit din hipsofile (de regulă generală mai multe), care înconjoară (în felul caliciului) o inflorescenţă (umbelă compusă, capitul, calatidiul, ciaţiul), rareori o floare solitară (la Pulsatilla, Nigella damascena ş.a.) sau caliciul unei flori, când se numeşte caliciul extern (calicul) ca la Malva, Scabiosa, unele rozacee*

ipoteză (gr. hypothesis- presupunere) – *presupunere enunțată, pe baza unor fapte cunoscute, cu privire la un fenomen, proces etc.*

isidii – *forme de înmulțire vegetativă la licheni, care apar pe suprafața talului sub forma unor proeminențe ca spini, papile sau corali; rezultă din hipertrofierea hifelor scoarței, printre care pătrund și celulele de fotobiont*

izogameți (gr. izos- la fel; gamos) – *gameți mobili asemănători ca formă și dimensiuni, dar deosebiți fiziologic (+ și -)*

izogamie – *proces sexual de contopire a doi izogameți*

Î

încovoiere – *proces elementar de desăvârșire al cormului la pteridofitele ancestrale, ce constă în încovoierea ramificațiilor purtătoare de sporangi, care sunt astfel pretejați de răsfrângerea sporofilei; se poate urmări la Equisetum actual*

încrengătură (phylum) – *o linie evolutivă independentă, cu aceeași origine (monofiletică)*

înflorire a apelor – *reprezintă o înmulțire luxuriantă a unor alge procariote (albastre) și alge eucariote unicelulare în apropierea țărmului mărilor, oceanelor sau în ape interioare, determinată de deversări de ape uzate, bogate în nutrienți, coroborate cu lumină și temperatură ridicată*

înmugurire – *înmulțire nesexuată, la care celula mamă emite o excrescență, care mai devreme sau mai târziu devine independentă (la drojdii și unele ciuperci)*

înmulțire asexuată – *înseamnă totdeauna o creștere a numărului de indivizi; se bazează pe mitoze și ca urmare a acestora, dintr-un individ mamă se formează mai mulți germeni capabili de dezvoltare independentă; din aceștia, în măsura în care nu apar mutații, rezultă urmași cu caractere moștenite asemănătoare cu individul mamă*

J

jir – *fructul nucă de la Fagus sp.*

K

kapoc de Jawa – *lână nefilabilă extrasă din perii fructului de Ceiba pentandra (fam. Bombacaceae)*

kelp – *denumire industrială a cenușii de la algele bune, utilizată pentru extragerea iodului*

kiwi – *denumirea comercială a fructului comestibil de la Actinidia sp.*

kobu – *denumirea, la chinezi, a unor preparate alimentare din alge brune*

L

label – *tepala mediană superioară, din verticilul intern al perigonului florilor orhideelor, care prin răsucire devine inferioară (adesea continuată și cu un pinten) și servește ca loc de aterizare a insectelor polenizatoare; se pot evidenția, la label, două porțiuni; epichil – articolul anterior, foliaceu, delicat; hipochil – articolul posterior, cărnos, ± rigid*

lacună foliară – *partea din stelul nodului axei lăstarului până la baza frunzei, pe unde iese urma foliară spre frunză, în care țesutul conducător este suplinit prin parenchim; la gimnospermele primitive sunt noduri cu o urmă foliară și o lacună foliară, iar la angiospermele primordiale sunt noduri trilacunare și cu trei urme foliare, de la care se consideră că au derivat celelalte tipuri*

lame – *componente ale himenoforului lamelar, sub forma unor foi de hârtie dispuse radiar, pe partea inferioară a carpoforului de la bazidiomicete, de la pălărie până la vârful piciorului*

lamele – *lamele scurte ale himenoforului lamelar, care pornesc de la marginea pălăriei dar nu ajung până la picior; sin. lamelete*

latex – *suc alb sau colorat, de consistența laptelui în organele unor plante sau în carpoforii unor ciuperci*

laticifere (lat. latex- suc lăptos; ferro, ferre- purtător) – *celule foarte lungi și ramificate ce secretă latex: l. articulate: alcătuite din celule așezate una în continuarea celeilalte, cu pereți transversali ciuruiți (ca la Chelidonium majus, Taraxacum sp., Papaver sp. ș.a.); l. nearticulate: au aspectul unor tuburi lungi, cu citoplasmă și numeroși nuclei, ramificate, dar fără pereți transversali (la Euphorbiaceae, Moraceae, Apocycnaceae, Asclepiadaceae ș.a.); hife miceliene mult alungite, cu pereți subțiri din alcătuirea carpoforilor de la unele bazidiomicete (ca Lactarius sp., Russula sp., ș.a.) care conțin un latex alb sau colorat*

Laurasia – *vechi continnent din Paleozoic, în Emisfera Boreală, care, prin scindare ulterioară a dat naștere blocurilor continentale și subtropicale*

laxativ – *produs natural sau de sinteză care favorizează tranzitul intestinal prin stimularea reflexului de defecație*

lăstar – *unitatea de bază a organizării corpului la cormofite, alcătuit din axa lăstarului (= tulpina) și frunze*

lăstari adventivi – *se formează pe orice organ al lăstarului sau rădăcinii la spermatofite, în împrejurări speciale: la regenerări după tăieri, mutilări etc., când pot lua naştere noi puncte de vegetaţie, prin reembrionalizarea unor zone celulare*

lema – *paleea inferioară, aristată sau nearistată, de la florile gramineelor, interpretată ca bractee, la subsuoara căreia se formează florile*

lemn de Balsa – *lemn dur, foarte rezistent şi mai uşor decât pluta (când este uscat), obţinut de la arborele de Balsa (Ochroma pyramidale) din jungla sud-americană*

lemn de fier – *lemn foarte dur, de la arbori exotici tropicali din fam. Sapotaceae*

lemn de Palisandru – *lemnul speciei Dalbergia latifolia*

lemn de Panama – *scoarţa arbustului Quillaja saponaria din America Centrală*

lemn de Santal – *lemn cu miros aromatic şi cu utilizări medicinale, obţinut de la Santalum album din Indo-Malaezia*

lemn de Teck – *lemn foarte dur, utilizat la construcţii nautice, furnizat de Tectona grandis din Indo-Malaezia*

lemn ciclopor – *lemn timpuriu în care apar puţine tuburi vasculare macropore (> 100 μ), nerecognoscibile cu ochiul liber, de la foioase autohtone ca stejar, ulm, frasin, castan bun etc.; sin. lemn poros inelar*

lemn poros împrăştiat – *lemnul alcătuit din tuburi vasculare cu diametrul mic (< 150 μ) de la unele foioase autohtone ca fagul, mesteacănul, aninul, salcia, plopul, arţarul, castanul porcesc ş.a.*

lemnos – *complet lignificat, tare, cu greu flexibil*

leptocaule (gr. leptos – subţiri; -kaulos- tulpină) – *forme de coroană ale unor conifere, puternic ramificate, cu ramuri subţiri şi lungi, cu frunze mici;* vezi şi pahicaule

levuri – *denumire generală a drojdiilor (Saccharomyces sp.)*

liană – *plante lemnoase volubile sau căţărătoare, precum autohtonele curpen de pădure, viţa sălbatică ş.a. care folosesc alte plante numai ca suport mecanic*

licheni – *grup original de organisme, rezultate din convieţuirea simbiotic-mutualistă a doi componenţi: ficobiontul autotrof (o algă eucariotă verde sau, uneori, o algă procariotă) şi micobiontul heterotrof (ciupercă)*

ligula – *anexă a frunzelor cu teacă (de ex. graminee, ciperacee ş.a.) sub forma unei pieliţe membranoase, situată la locul de trecere de la teacă la partea inferioară a limbului frunzei; partea terminală a corolei florilor ligulate de la unele Asteraceae; pieliţa, fără culoare, situată la baza sporofilei de la Selaginella şi Isoëtes*

lipocrom – *pigment de culoare galbenă care colorează miceliul unor Uredinales*

litieră – *materie organică vegetală (resturi de ramuri, frunze, fructe, seminţe) sau animală (excremente, resturi de organisme moarte), depusă la suprafaţa solului, dar nedescompusă*

litotrofie – *tip de nutriţie la unele grupe de bacterii, care utilizează, ca donor de electroni, unele substanţe anorganice (NH_3, H_2S, Fe^{2+} ş.a.)*

lizigenă – vezi la formarea spaţiilor intercelulare

locul – *compartiment al ovarului în care se află ovulele/ovulul*

loculicid – vezi la capsulă

lodicule – *componente ale florii gramineelor, sub forma a doi solzişori situaţi la exteriorul staminelor, interpretate ca rudimente ale verticilului intern al perigonului*

lomazomi – *vezicule, înconjurate de o membrană de tip elementar, situate între peretele celular şi plasmalemă (la ciuperci şi plante), cu rol în sinteza şi depunerea unor substanţe în peretele celular, creşterea acestuia etc.*

lujer lung – *lăstar cu internodii lungi, datorită cărora frunzele sunt distanţate*

lujer scurt – *lăstar lateral scurt cu internodii scurte, din care cauză frunzele stau îndesuite*

M

macchia – *tufărişuri sempervirescente dense, înalte de 6-11 m, cu frunze pieloase, tari, situate în zone aride, pe roci silicioase, din jurul Mării Mediterane dar şi pe ţărmurile de vest şi sud ale Asiei Mici, alcătuite din Quercus coccifera (Stejarul cârmâz), Myrtus communis (Mirtul), Laurus nobilis (Dafinul), Nerium oleander (Leandrul), Olea oleaster (Măslinul sălbatic), Juniperus sp. (Jenupărul); sin. maquis*

macerate – *soluţii extractive apoase, obţinute la temperatura mediului ambiant, din plante ce conţin mucilagii, ca nalba de câmp, inul, vâscul ş.a.*

macle – *cristale, sub formă de cruce, alcătuite din oxalat de calciu, din frunzele unor plante (de ex. în catafilele de Allium cepa ş.a.)*

macroevoluţia – *component al procesului evolutiv care conduce la formarea de taxoni supraspecifici până la încrengături*

mamilă - *proeminenţă pe lăstarii unor cactacee (Mamillaria sp.) sub forma unui mamelon*

mango – *fructul comestibil de la arborele african tropical Mangifera indica*

mangrove – *formaţiuni vegetale lemnoase sempervirescente, sub forma unor tufărişuri, alcătuite din specii ale genurilor Rhizophora, Laguncularia, Avicennia, Sonneratia ş.a., adaptate la apa şi mâlul sărat de pe* *litoralul marin tropical al Oc. Indian şi Pacific şi mai puţin pe litoralul Oc. Atlantic; acestea adăpostesc şi numeroase grupări faunistice specifice*

manita – *hexalcool cu utilizări medicinale obţinut prin incizii în trunchiul de Fraxinus ornus ş.a.; sin. manitol*

manoxilem (lat. mano- împrăştiat; -xilem) – *xilemul (lemnul) secundar al unor gimnosperme mai evoluate (Cycadales), mai puţin compact şi cu raze medulare mai late*

manşeta – *alcătuire asemănătoare inelului, atârnând ± pe lângă piciorul bazidiocarpilor unor Agaricales, provenită prin concreşterea crestelor lamelor himenoforului*

manubriu – *celulele mijlocii, situate între scuturi (celulele externe) şi celulele capitul (cele interne) în spermatogoniile Characeae- lor; sin. celule de prindere*

maquis – vezi la macchia

maree – *mişcare ritmică, de creştere şi descreştere a nivelului mărilor şi oceanelor, în apropierea ţărmurilor, datorită interacţiunii dintre Pământ, Soare şi Lună*

marijuana – *denumirea mexicană a drogului conţinut în frunzele verzi ale cânepii indiene (Cannabis sativa subsp. indica), cu efecte asemănătoare haşişului*

marsupiu – *sub arhegonul de la Calypogeia trichomanis (Jungermaniales) se află un fel de sac („marsupiu") care protejează sporogonul tânăr*

mastic – *oleorezină obţinută din arborele mediteranean Pistacia lentiscus şi utilizată la alcătuirea unor ceruri dentare*

mastigoneme (gr. mastigos- bici; -nema- fir subţire) – *cili vibratili situaţi la suprafaţa unor flageli de la ciuperci şi alge eucariote*

massule – *aglomerări de microspori, respectiv grăunciori de polen, slab uniţi între ei printr-o viscină conectoare şi prevăzute cu prelungiri glochidiale cu rol în propagare; se află la feriga acvatică Azolla sp. şi respectiv la unele Orchidaceae*

mazediu – *masă afânată, pulverulentă, alcătuită din ascosporii, rezultaţi din ruperea timpurie a ascelor, care cad printre parafize, în apoteciile lichenilor Corticiales*

măluri – *boli produse la gramineele cultivate şi spontane de ciupercile patogene din genul Tilletia*

mătăsos-păros – *acoperit cu peri moi, fini, alăturaţi într-o direcţie, alcătuind un înveliş dens, lucind mătăsos*

mâţişor – vezi ament

medula – *partea centrală a cauloidului de la Laminaria sp. cu funcţie de conducere şi înmagazinare a substanţelor de rezervă; ţesătură spongioasă din centrul sclerotului*

mega – *prefixul grecesc internaţional pentru „mare", în locul celui de „macro", utilizat mai ales în spaţiul de limbă germană*

megafile – *termen corect pentru frunzele mari de la pteridofite, care îl înlocuieşte pe cel de macrofile*

megaspor – *celulă mamă a sacului embrionar de la angiosperme, care în urma a trei mitoze dă naştere celor 8 celule din sacul embrionar*

megasporocitul – *celula-mamă diploidă a megasporilor, din nucela ovulului, din care, în urma meiozei, se formează cei 4 megaspori haploizi*

megasporofilă – *partea reproducătoare feminină din florile predecesorilor gimnospermi şi de la gimnospermele actuale; sin. solz fertil*

meiospori – *spori haploizi rezultaţi în urma meiozei*

melitofile – *flori polenizate de albine*

membrana bazilară – *membrană în formă de inel, pe care se află dinţii peristomului la muşchii frunzoşi*

membranos – *foarte subţire, străveziu, fără culoarea verde (de ex. corola de la Plantago sp.)*

merantii (gr. meros- parte; -anthos) – *trei flori parţiale, ca unităţi funcţionale, la Iris sp., alcătuite fiecare din câte o tepală exterioară (ca loc de aterizare a insectei polenizatoare), o ramură lăţită corolinică a stilului, în vârf cu un lob al stigmatului, sub care se află stamina*

mericarpii - *fructuleţe rezultate din scindarea fructului provenit dintr-un gineceu coenocarp (de ex. la Malva, Acer, Geranium. Umbelliferae ş.a.)*

meristoderm - *ţesut de închidere (un fel de ţesut secundar) situat la exteriorul cauloidului de la unele Phaeophyceae (de ex. Laminaria), responsabil cu creşterea în lungime şi grosime a acestuia; celulele se divid în trei direcţii (tangenţial, radial şi orizontal)*

merogamie (gr. meros- parte; -gamos) – *când părţi dintr-un organism pluricelular se transformă în gametange (la unele alge eucariote şi unele ciuperci)*

merosporangium – *sporangiole cilindrice care se descompun în bucăţi mici (la Zygomycetes)*

metafile (gr. meta- după; phyllon) – *frunze adulte pe deplin formate, apărute după protofile*

metamerie – *repetarea elementelor asemănătoare de-a lungul unei axe drepte, la intervale egale şi cu aceeaşi orientare (m. omonomă) sau când axele nu sunt drepte ci în spirală, iar elementele care se repetă devin mai mici (m. heteronomă)*

metamorfoză (gr. meta- schimbare; morphosis- formă) - *schimbări profunde ereditare în forma, structura sau funcţiile unor organe vegetative, determinate de adaptări la îndeplinirea altor funcţii*

metatraheal – vezi la parenchim

metule – *ramificaţiile care pornesc din vârful conidioforilor de la Penicillium sp., Aspergillus sp., Chalara ş.a. şi au formă de pensulă; sin.: profialide (deoarece dau naştere la fialide)*

mezocarp – *partea mijlocie a fructului, situată între epicarp și endocarp*

mezocotil – *porțiunea dintre baza lăstarului embrionar și rădăcina embrionară în embrionul semințelor gramineelor*

mezofite – *plante adaptate la umiditate mijlocie a solului sau aerului și care nu suportă uscăciunea prelungită*

mezogamie – *pătrunderea tubului polinic în ovulul de la angiosperme pe partea laterală a acestuia, între chalază și micropil*

miceliu (gr. myzein- a suge, a absorbi) – *corpul vegetativ al celor mai numeroase ciuperci, alcătuit din hife lax împletite situate pe substrat sau în interiorul acestuia; m. septat este cel la care se formează în mod regulat, frecvent, septuri; m. sifonal – alcătuit din hife tubulare, cu citoplsmă și mai mulți nuclei, din loc în loc cu septuri, ramificat sau neramificat; m. primar (m. haploid) alcătuit din hife pluricelulare uninucleate; m. secundar (m. dicariotic) la care celulele conțin câte doi nuclei diferiți (+ și -)*

micetism – *otrăvirea cu diverse ciuperci (Gyromitra esculentum, G. infula, Helvella crispa, Sarcosphaera crassa ș.a.) care sunt consumate conștient și timp îndelungat*

micobiont – *componentul fungic din talul lichenilor;* vezi și ficobiont (fotobiont)

micoerbicide – *ciuperci patogene folosite în combaterea unor buruieni dăunătoare culturilor*

micoplasme (organisme PPLO) – *procariote situate la granița dintre bacterii și virusuri, fără perete celular și fără o conformație stabilă a formei celulei saprotrofe sau parazite și patogene, care provoacă boli de plămâni (pleuropneumonia) la oameni și la animale mamifere*

micoze – *boli provocate la plante, animale și oameni de anumite specii de ciuperci*

micoriză (gr. myces- ciupercă; rhiza- rădăcină) – *interelații complicate care se stabilesc între hifele unor ciuperci și rădăcinile plantelor vasculare; deseori aceste relații sunt interpretate ca simbioze, alți autori considerându-le ca un parazitism reciproc bine echilibrat; micorizele se clasifică în : m. ectotrofe (ectomicorize) – sunt cele mai răspândite în natură la arborii rășinoși și reprezintă infecții hifale intercelulare; m. endotrofe (endomicorize) când hifele ciupercii au localizare intracelulară (la orhidee ș.a.); m. ectoendotrofe, care includ ambele tipuri de infecții, atât intercelulară cât și intracelulară (ca la ericacee ș.a.); m. peritrofe când hife abundente înconjoară rădăcinile, fără a fi în conexiuni directe cu acestea, deosebindu-se, astfel, de celelalte tipuri de micorize, la care există un contact spațial strâns și schimb de substanțe nutritive între ambii parteneri*

microbiologia – *știința despre organismele microscopice atât procariote cât și eucariote, dăunătoare dar și folositoare*

microbodii – *organite ale celulei eucariote, frecvent sferice, de 20-60 nm, acoperite cu o singură membrană, care reduc apa oxigenată, toxică pentru celulă, la apă și oxigen*

microevoluție – *componentă a procesului evolutiv, care se desfășoară la nivelul populațiilor unei specii și poate duce la formarea de noi specii prin divergență evolutivă, adaptativă*

micrometru (gr. mikros- mic; -metron- măsură) – *reprezintă 10^{-6} m sau 10^{-3} mm; sin. micron (μ)*

micropil – *orificiu microscopic situat în partea apicală a ovulului între integument/integumente la spermatofite*

microsinangiu – *cei doi microsporangi (saci cu polen) din theca anterei angiospermelor;* vezi și sinangiu

microsporangi – *saci cu polen de pe microsporofila/stamina gimnospermelor și respectiv din antera angiospermelor*

microsporofila – *partea reproducătoare masculină din floarea gimnospermelor primordiale și actuale (Cycadales și Coniferales)*

microspori – *spori masculini din ciclul de viață la ciuperci și plantele criptogame; tot microspori sunt și grăunciorii de polen mononucleari de la spermatofite*

microsporocite – *celule mame diploide ale microsporilor de la ciuperci și plantele criptogame, respectiv ale grăunciorilor de polen de la spermatofite*

miofile – *plante polenizate de muște*

mirmecochorie (gr. myrmecos- furnică; -choreo) – *răspândirea unor semințe mici, cu elaiosomi, prin intermediul furnicilor (de ex. Viola sp. ș.a.)*

mitocondrie – *organit intracitoplasmatic în celula eucariotă, înconjurată de o membrană dublă, cu genom propriu și cu rol esențial în energetica celulară*

mitospori – *spori care rezultă în urma mitozei; sunt, de regulă generală, haploizi dar și diploizi (la unele ciuperci inferioare acvatice sau la algele roșii) și pot genera un nou organism*

mixamoebă – *celulă individuală (apărută dintr-un spor sau din celulă flagelată prin pierderea flagelului/flagelilor) și care în cursul dezvoltării se comportă ca o amoebă (mobilă prin pseudopode); se întâlnește în ciclul de viață al unor mixomicete sau ciuperci inferioare*

mixoflagelate – *celule mononucleare mobile prin flageli, care apar în ciclul de viață al unor mixomicete, prin germinarea mixosporilor*

mixolichenes - *plasmodii care au înglobat, prin fagocitoză, alge verzi unicelulare și care datorită endocitobiozei stabilite nu își pierd individualitatea, devenind astfel active fotosintetic*

mixotrofie – *nutriție atât anorganică (prin fotosinteză) cât și organică (saprotrofă sau parazită) întâlnită la plantele carnivore*

modificație – *variabilitate fenotipică neereditară, determinată de factori de mediu, la organisme cu structuri genetice asemănătoare*

monadală – *treapta de organizare a talului la alge eucariote, alcătuită din celule mobile flagelate, cu pereți celulari subțiri*

monadă – *celule cu rol în diseminare (spor izolat sau granulă de polen)*

monadelf – *vezi la androceu*

monilioză – *boală produsă de ciuperca patogenă Sclerotinia (Monilinia) fructigena, care constă în putrezirea sau mumifierea fructelor de măr, păr, gutui ş.a.; sin. putregaiul brun şi mumifierea fructelor*

monochaziu – *inflorescența simpodială, la care axele, terminate cu flori, se diferențiază succesiv, unilateral*

monoenergidă – *celulă cu un nucleu*

monofiletice – *grupă de organisme considerate ca provenind dintr-un strămoş comun*

monoic (gr. mono-; -oikos- casă) – *pe aceeaşi plantă flori unisexuate dispuse amestecat (Corylus, Zea, Cucurbita ş. a.); monoic incomplet cu următoarele variante: andromonoic –când pe aceeaşi plantă se află flori ♂ şi hermafrodite (la Veratrum, Aesculus ş.a.); ginomonoic cu flori hermafrodite şi ♀ (la Bellis perennis, Parietaria sp.); trimonoic cu flori ♂, ♀ şi hermafrodite (la Acer platanoides, Sanguisorba minor ş.a.)*

monopodial (ă) (gr. mono- ; greco- latin –podium- suport, stâlp) – *sistem de ramificare a axei lăstarului, în care există o axă principală dominantă, de pe care pornesc axe laterale (ramuri) din ce în ce mai slab dezvoltate (de ord. I, II, III ş.a.)*

monotezice - *antere cu o singură thecă (la Cucurbitaceae ş.a.)*

morfoză - *orice modificare neereditară care apare la un organism sau la un organ în cursul dezvoltării embrionare, sub infuența unei acțiuni exterioare*

mozaic foliar - *frunze de dimensiuni diferite, care datorită creşterii inegale ale pețiolurilor apar cu limbul lor în acelaşi plan, neumbrindu-se sau umbrindu-se foarte puțin, pentru a realiza fotosinteza (la Acer platanoides, Aesculus hippocastanum, Tilia sp. sau plante erbacee ca Geranium sp., Geum sp. ş.a.)*

mucron – *extremitatea scurtă şi ascuțită a unui organ, care la frunză reprezintă continuarea nervurii mediane*

mugur – *vârful lăstarului alcătuit din axă, înconjurată de frunze tinere; muguri terminali şi axilari (laterali); muguri acoperiți şi muguri nuzi etc.*

multifiden – *substanță cu rol chemotactic, de a atrage gameții masculini spre oosferă, în vederea fertilizării, la alge brune Cutleriales*

mutație – *modificări ereditare care au loc la nivelul materialului genetic (gene, cromozomi), de regulă generală fără manifestări fenotipice şi care reprezintă materia primă a evoluției*

mutualism (gr. mutuus- reciproc) – vezi simbioza mutualistă

N

nanandri (gr. nono- pitic; -andros- bărbat) – *taluri mascule pitice pe care se formează spermatogoniile la algele verzi Oedogoniales; sin. „soțiori pitici"*

nanocişti (gr. nono-; -cytos) – *celule rezultate în urma diviziunii, dar care nu cresc la dimensiuni normale, rămânând mai mici (la alge albastre Chroococcales)*

nanometru (gr. nanos- mic) – *este 10^{-6} mm, egal cu 10 Å; sin. milimicron; nm*

nanoplancton – *specii foarte mici de alge flagelate, calcaroase sau silicioase, care se obțin prin centrifugare din apa mării, nefiind reținute de plasele de plancton*

necrotrofi (gr. necros- mort; -tropheín- a se hrăni) – *grupe de ciuperci patogene care provoacă moartea plantei gazdă şi apoi se hrănesc cu țesuturile acesteia*

nectarii – *structuri speciale producătoare de nectar (suc poliglucidic) situate în floarea angiospermelor sau extrafloral; nectarii florale: la baza petalelor, în pinteni nectariferi (prelungiri ale petalelor) la Viola sp., Pelargonium sp., Linaria sp., Aquilegia sp. ş.a.; pe receptacul, între baza sepalelor şi petalelor la Trifolium sp., Tilia sp., Reseda sp. ş.a.; la baza filamentului staminal la Brassicaceae; în jurul ovarului la Cistus sp., Vitis vinifera ş.a.; între stamine şi baza ovarului la Robinia sp., Prunus sp., Rubus sp., Cydonia oblonga ş.a.; între stamine şi stile la Cucurbitaceae, Campanulaceae, Dipsacaceae ş.a.; în pintenul format de receptaculul florii (Tropaeolum majus); septalnectarii – pe ovare, la locul de concreştere al marginilor carpelelor; nectarii extraflorale la baza pețiolului frunzei (Prunus sp.); pe stipele la Vicia sp.*

necton – *organisme pelagice mari, care înoată activ în apă în căutarea hranei, învingând curenții mari şi sunt reprezentate mai ales de consumatori secundari şi terțiari*

nematecium – *porțiune specializată din talul algelor roşii în care se formează organele de reproducere*

nematociste – *capsule urzicătoare în celula Dinophyceae- lor*

neotenie – *maturarea sexuală în stadii de dezvoltare mereu mai timpurii şi mai puțin diferențiate ale ontogenezei, ceea ce duce la grăbirea dezvoltării, reproducerea mult mai rapidă şi cu aceasta, adesea, o pătrundere mult mai rapidă în spații de viață cu condiții climatice extreme, altfel inaccesibile; o ontogeneză scurtată cu apariția reproducerii în stadii timpurii de dezvoltare*

neotropicală – *cuprinde America Centrală şi de Sud, cu excepția extremității sudice a acesteia din urmă (Patagonia şi Țara de Foc)*

neritic – *zonă a pelagicului situată deasupra platoului continental, până la 200 m adâncime, în care trăiesc animale şi plante*

nervaţiunea limbului frunzei – *reprezintă modurile de dispunere a nervurilor (fasciculelor conducătoare floemo-xilematice) în limbul frunzelor; poate fi penată, palmată, (= digitiformă) şi în dungi (paralelă şi curbinervă); nervaţiunea penată cuprinde câteva tipuri în evoluţia ei: craspedodromă (marginală), când nervurile laterale ajung la marginea limbului şi se evidenţiază prin dinţi, ţepi sau mustăţi; se întâlneşte la arbori şi arbuşti tropicali şi subtropicali dintre Laurales, Ebenales, Myrtales, Theales ş.a.; brachiodromă (n. în formă de ochiuri) la care nervurile laterale se îndreaptă mai întâi spre vârf fără a ajunge la marginea limbului, se unesc cu nervurile imediat următoare şi se formează, astfel, o reţea de ochiuri, care spre margine sunt din ce în ce mai mici, ca la Magnolia, Laurus, Cinnamonum, Cerasus, unele Solanaceae, Boraginaceae etc.; camptodromă (arcuată) când nervurile laterale se arcuiesc spre în sus, în unghi aproape drept, cele de la bază mai lungi decât cele imediat următoare, fără să ajungă la marginea limbului, ca la Myrtaceae, Moraceae, Cornus, Rhamnus, Myosotis palustris ş.a.; dictiodromă (reticulată), când nervurile laterale se ramifică de mai multe ori, fără să atingă marginea limbului, iar ultimele ramificaţii se anastomozează şi formează o reţea fără ochiuri separate; se află la Pyrus, Malus, Cydonia, Salix, Rhododendron, Syringa; între tipurile 4 şi 3 sunt numeroase tranziţii*

neuston – *specii vegetale sau animale care plutesc aproape de suprafaţa apelor dulci (mai abundente) sau marine (mai puţine)*

nexină – vezi endexină

nictinastice – *mişcări ale unor organe vegetale (frunze), datorate modificării luminozităţii şi temperaturii, ca urmare a trecerii de la zi la noapte (la unele ferigi ca Marsilea quadrifolia şi numeroase antofite); sin. – mişcările de somn sau veghe*

nodul central – vezi stauros

nomofilă –*frunze normale ale plantelor, adaptate să realizeze fotosinteza, respiraţia şi transpiraţia*

nuca – *fructul cenocarp monosperm, cu pericarp de consistenţă tare (la Fagaceae etc.) s. str.; în sens larg, nuca este o formă ecologică de fructe ce include: achena, nuca, nucula, samara, cariopsa, diachena, tetraachena, poliachena*

nucela – *ţesut sporofitic diploid din interiorul ovulului, învelit de integumente/integument din care se diferenţiază gametofitul feminin*

nucleoid (lat. – asemănător nucleului) – *corp cromatic în celula procariotă, analog nucleului din celula eucariotă, redus la o macromoleculă de ADN necomplexată cu histone*

nucleomorf – *rest al unui nucleu de la un endosimbiont eucariot, menţinut în alcătuirea cloroplastelor de la unele alge eucariote*

nucula – *fruct monocarpelar indehiscent, cu o sământă, ca parte a unui fruct multiplu (polinucula de la Ranunculus sp., Potentilla sp. ş.a.)*

O

obdiplostemon (gr. ob- invers, opus; -diplos- dublu; -stemon- stamine) – *tip de dispoziţie a staminelor, invers faţă de normal şi anume verticilul extern devine epipetal, iar cel intern episepal*

obhaplostemon – *tip de androceu derivat din cel diplostemon prin reducerea verticilului intern de stamine şi menţinerea celui extern care devine epipetal*

oblasteme – *filamentele pluricelulare cu celule diploide, care se formează din burta carpogonului fecundat (zigot diploid) la rhodofite; sin. fire oblastemice*

obturator – *o hipertrofiere a ţesutului placentei, care acoperă micropilul ovulului la Euphorbiaceae, şi joacă rol în fertilizare*

ochratoxinele – *substanţe toxice, produse de anumite specii de ciuperci patogene din genul Aspergillus şi Penicillium, pe cariopsele de cereale, care consumate de om produc atrofii renale*

ochrea – *anexă foliară nepereche, provenită din concreşterea stipulelor, la baza frunzelor de la Polygonaceae şi care înconjoară parţial internodul axelor*

octant – *fază iniţială de 8 celule în dezvoltarea spermatogoniului de la Characeae; faza iniţială în dezvoltarea embrionului la spermatofite*

oficinale – *preparate farmaceutice înscrise în farmacopee, obţinute din unele plante, cu compoziţie chimică stabilită, utilizate în prevenirea sau combaterea unor boli; se prepară în farmacie şi se eliberează bolnavului imediat, la cerere (Dicţionar farmaceutic)*

oidii – *celule libere provenite din fragmentarea hifelor la Mucorales ş.a. cu un comportament asemănător sporilor; conidii provenite din fragmentarea conidioforilor la Erysiphaceae*

oligomerizare (gr. oligos- puţin; meros- parte) – *procesul de micşorare a numărului elementelor similare din floarea angiospermelor, ca de exemplu ale androceului, gineceului ş.a.*

oligostemon – *androceul cu numărul de stamine micşorat*

omoloage – *organe cu acelaşi plan de construcţie ca expresie a informaţiei genetice asemănătoare, dar care îndeplinesc funcţii diferite; omologia nu poate fi dovedită ci totdeauna este dedusă*

oogamie – *contopirea a doi gameţi diferiţi ca formă, structură şi sex: oosfera neflagelată, care se formeză în oogoniu şi spermatozoidul (flagelat) care se formează în spermatogoniu; formă superioară a heterogamiei*

oogoniu – *gametange feminin, la alge eucariote superioare și unele ciuperci, în care se formează mai multe (caracter plesiomorf) sau o singură oosferă (caracter apomorf)*

oosferă – *termen cuprinzător pentru gametul feminin la plante*

oospor – *oogoniul fecundat în care se formează unul sau mai mulți zigoți, înconjurat de un perete gros și adaptat pentru supraviețuirea în condiții neprielnice de mediu (la ciupercile oomicete și unele alge eucariote); spor de rezistență, care se dezvoltă din zigotul rezultat din fuziunea heterogameților*

opercul – *căpăcel, care se poate deschide și lăsa să se elibereze elementele cu origine internă*

opistocont (gr. opistos- posterior; -kont- flagel) – *flagel situat posterior, de împingere, la celulele germinative (zoospori și gameți)de la unele ciuperci și alge eucariote*

opsis – *prefixul grecesc însemnând „asemănare cu", „la fel cu"*

organ vegetal – *parte a corpului cormofitelor, alcătuit din mai multe țesuturi care sunt adaptate și coordonate pentru îndeplinirea unor funcții principale dar și unele secundare, subordonate celor principale dominante: organe vegetative (care asigură hrănirea plantei: sistemul lăstarului și al rădăcinii); de reproducere (androceul, gineceul, sămânța)*

organotrofic – *nutriția unor grupe de bacterii, care utilizează ca donori de electroni unele substanțe organice*

ornitochorie (gr. ornithos- pasăre; -choreo) – *proces de răspândire a unor semințe sau fructe indehiscente prin intermediul unor păsări*

ornitofilie – *polenizarea unor flori de la plante tropicale prin intermediul unor păsări (de ex. colibri)*

osmotrofie – *absorbția substanțelor nutritive sub formă dizolvată (în soluție) (la plante și ciuperci)*

ostiola (lat. ostiolum- deschizătură mică) – *deschizătura din vârful periteciului, alungită în formă de gât, pe unde se eliberează ascosporii; deschiderea dintre celulele stomatice, prin care se realizează schimbul de gaze și se elimină apa sub formă de vapori*

oul vrăjitoarei – *denumirea polulară a corpului-fruct juvenil de la Phallus impudicus (Buretele pucios)*

ovulul – *corpușor de formă ovală, la spermatofite, alcătuit dintr-un piciorуș (funicul), un țesut parenchimatic diploid (nucela), o regiune bazală – chalaza, un integument la gimnosperme și două sau unul la angiosperme; tipuri de ovule: atrop (ortotrop), la care funiculul, chalaza și micropilul sunt pe aceeași linie; anatrop, care este răsturnat cu corpul în lungul funiculului, încât micropilul devine așezat lângă chalază; campilotrop, care este reniform-curbat, inclusiv sacul embrionar; hemitrop, intermediar între cel atrop și anatrop; după tipul de nucelă ovulele pot fi: crasinucelate, cu nucela pluristratificată groasă (caracter plesiomorf la majoritatea dicotiledonatelor choripetale) și tenuinucelate cu nucela mai subțire, încât arhesporul se află nemijlocit sub epiderma acesteia (caracter apomorf) la dicotiledonatele simpetale*

P

pahicaule (pachys- gros, îndesuit, -caulos- tulpină) – *formă inițială de tulpină groasă, neramificată sau puțin ramificată și cu frunze mari, penat-compuse de la unele gimnosperme (Cycadales) și palmieri (dintre angiosperme)*

palei – *frunze anterioare (bractei) la subsuoara cărora se află, în spiculeț, florile gramineelor; palee inferioară (posterioară) numită lemă și superioară (anterioară); sin. cămăși de acoperire*

paleobotanică (gr. palaios- vechi, de altă dată; -botane) – *disciplină care studiază resturile fosile de plante și legătura cu formele vegetale actuale*

paleotropicală – *cuprinde aproape întrega Africă, Peninsula Arabică, India, Indochina, Insulele Polineziei*

palenofile – *flori polenizate de molii*

palinologie (gr. palyno- a răspândi, a împrăștia, derivat din gr. palé- praf, făină; -logos) – *în accepție largă, generală, este știința despre granulele de polen și spori (Hyde et Williams, 1945) și răspândirea lor; se divide în: Palinologia fundamentală, care include Morfologia polenului și sporilor și Aspecte teoretice ale palinologiei aplicate; Palinologia aplicată, cu mai multe subdiviziuni: Palinotaxonomia, Paleopalinologia, Melitopalinologia, Farmacopalinologia, Iatropalinologia, Copropalinologia, Palinologia judiciară, Palinologia fitopatologică (după E. Pop, 1971)*

palisadă – *așezarea unor asce în corpurile fructe sau a unor celule în limbul frunzei, paralele între ele și perpendiculare pe suprafața unui organ (ca ulucile de la gard)*

palmeloidă – vezi capsală

pantocolpat (gr. pan, panto- pretutindeni, peste tot; colpus-cută, pliu germinativ) – *tip de polen de la angiosperme, cu colpi pe toată suprafața exinei*

pantoporat – *tip de polen, derivat din cel pantocolpat, la care în mijlocul colpilor se află pori*

pantropical (gr. pan- pretutindeni; -tropice) – *flora și vegetația de la tropice*

papus – *caliciul, la perioada de înflorire mic și nedezvoltat și care la fructificare se dezvoltă și se transformă într-o anexă a fructului, care rămâne situat dedesubt; de cele mai multe ori este format dintr-o coroană de peri (la Taraxacum, Hieracium ș.a.), scavme (la Cichorium), glochidiat (la Bidens), coronulă sau inel (la Tanacetum), penat (la Valeriana), în formă de mustăți (la Scabiosa)*

paracorola – *anexă a perigonului simtepal al unor flori; este alcătuită din lobuli liberi sau concrescuți, situați între partea bazală tubuloasă și cea superioară mai lată (placă/disc) a perigonului la Narcissus sp.; sin* *paraperigon: la gâtul corolelor sinpetale de la Symphytum, Anchusa, Androsace se află scavme ale paracorolei numite şi fornice*

parafiletic (gr. para- alături, de lângă; -phyleticus- descendent dintr-o ramură) – *grup eterogen, la care nu toţi descendenţii au derivat dintr-un strămoş comun*

parafize – *hife sterile filiforme, neramificate sau ramificate, aşezate între asce în corpul-fruct al ascomicetelor, pe care le feresc de compresiune*

paralelism – *realizare independentă, la grupe sistematice diferite, de transformări structurale asemănătoare ale unor organe omoloage (W. Henning, 1960); ex. forme suculente la plante din diferite familii botanice*

paraplectenchim – *un ţesut fals rezultat din împletirea strânsă a hifelor miceliene (la ciuperci superioare terestre)*

parazite – *sunt numeroase bacterii, ciuperci, unii licheni dar şi unele angiosperme, care folosesc gazda ca suport, hrană şi pentru reproducere; ele produc efecte minore asupra gazdei, altele produc boli şi se numesc patogeni; se clasifică în : obligate care utilizează sursă de hrană organismele vii; facultative sunt cele care în natură se pot hrăni atât ca parazite cât şi ca saprotrofe; angiospermele parazite pot fi: holoparazite* (gr. holos- în întregime; -parazitos) – *lipsite de frunze sau cu frunze solziforme, reduse şi fără clorofilă (Cuscuta sp., Orobanche sp.); semiparazite – sunt unele plante verzi, dar care extrag seva brută şi cantităţi mici de sevă elaborată din ţesuturile conducătoare ale plantei-gazdă (ex. Viscum album, Loranthus europaeus şi unele scrofulariacee)*

parazitism – *relaţiile de nutriţie dintre două organisme din specii diferite, dintre care numai unul obţine foloase prin împovărarea celuilalt*

parenchim – *ţesut vegetal alcătuit din celule vii, cu rol de umplutură între alte ţesuturi sau chiar celule (analog celui conjunctiv de la animale); tipuri: p. apotraheal* (gr. apo- fără, depărtat) *în ţesutul vascular, celulele parenchimului, deşi apropiate de trahei, nu sunt legate fiziologic de acestea (tipul primordial); p. metatraheal – alcătuit din celule dispuse sub forma unor fâşii tangenţiale; p. paratraheal (p. de contact) – dispus în lemnul ciclopor, când între celulele parenchimatice şi trahei se stabilesc legături fiziologice prin porusuri (este tipul derivat şi se prezintă sub forma unor insule mici); parenchimuri se pot afla şi la unele grupe de alge eucariote*

parentosom – *pliu lateral, pe marginea doliporilor din septurile hifelor de la basidiomicete, care reprezintă răsfrângeri al RE*

parietoplasmă – vezi şi cromatoplasma

partenogamie (gr. partenos- virgină; -gamos) - *împerecherea între ei a nucleilor ascogonului fără a fi avut loc fertilizarea cu nuclei ♂ din spermatogonii*

partenogeneză (gr. paretnos; -genesis- naştere) – *dezvoltarea sporofitului din celule ale gametofitului fără fertilizare; p. haploidă (p. în sens strict) când embrionul şi organismul se dezvoltă din oosfera nefertilizată, uneori şi din alte celule ale G_n; p. diploidă când nu a avut loc meioza şi dezvoltarea are loc din celule diploide ale gametofitului: din oosfera diploidă la Alchemilla sp. (Rosaceae) şi unele composite (Antennaria, Hieracium, Taraxacum ş.a.)sau alte celule ca sinergide (Cynanchum, Acacia ş.a.) şi antipode (Allium ş.a.)*

pasteurizare – *încălzire la 80 ^{0}C timp de 10', urmată de o răcire bruscă la temperaturi de sub 10 ^{0}C; distruge celulele vegetative (sporii sunt mult mai rezistenţi) ale bacteriilor care produc tuberculoza, bruceloza, febra tifoidă ş.a.*

pata-ochi – vezi stigma roşie

patogeni – *agenţi infecţioşi producători de boli la plante, animale şi om (virusuri, bacterii, ciuperci, unele protozoare)*

pelagică – *zonă de apă din largul mărilor şi oceanelor lipsită de ţărmuri şi substrat solid; se subdivide în: neritic – stratul de apă de deasupra platformei continentale până la 200 m adâncime; oceanic – în largul oceanelor ; organismele pelagice sunt cele care îşi duc viaţa numai în masa apei şi aparţin la plankton, neuston, pleuston şi nekton*

peptidoglican – *compus chimic complex, alcătuit din fibre de polizaharide legate între ele prin peptide scurte, care formează peretele celulei eubacteriilor (lipseşte la arhebacterii) şi cianobacteriilor, împreună cu polimerul murein*

periant (gr. de jur împrejur; -anthos- floare) – *învelişul florii la unele gimnosperme fosile (Bennettitales) şi rudele lor actuale (Gnetopsida); cel mai perfecţionat şi diversificat periant se află la angiosperme: homochlamideu* (gr. homoin- la fel, asemănător; -chlamys- înveliş) *numit şi perigon alcătuit din tepale, dispuse spiralat (Magnolia sp. ş. a.) sau pe câteva verticile, ca la monocotiledonate şi alcătuiesc perigonul multiplu; heterochlamideu* (gr. heteros- diferit; -chlamys) – *alcătuit din învelişuri diferit conformate şi colorate, numite sepale şi petale, care împreună alcătuiesc caliciul (K) şi respectiv corola (C); haplochlamideu (monochlamideu) numit şi perigon simplu, alcătuit dintr-un singur verticil de tepale (la Beta sp., Urtica sp., unele Caryophyllaceae); apochlamideu* (gr. a, apo- fără; -chlamys) *la florile fără periant (Carpinus sp., Salix sp. ş.a.)*

pericarp (gr. peri- de jur împrejur; -carpos- fruct) – *peretele fructului, provenit din transformarea peretelui ovarului şi respectiv carpelei şi alcătuit din trei părţi: epi-, mezo- şi endocarp (uneori mai greu de delimitat între ele); înveliş, adesea în formă de urnă, al unui cistocarp, la algele roşii*

perichețium – *înveliș din frunzulițe îngrămădite, care protejează ansamblurile de gametangii ale mușchilor frunzoși sau capsulele acestora*

periderma – *ansamblul țesuturilor secundare generate de un felogen (suber + felogen + feloderm) la exteriorul axelor lăstarului sau rădăcinii*

peridie – *învelișul unor corpuri-fructe (cleistotecii, peritecii) dar și al ascostromelor de la ascomicete, al sporocarpilor de la mixomicete și al angiocarpului de la Gasteromycetidae; este alcătuit din două părți: exoperidia și endoperidia*

peridiole – *încăperi orbiculare sau lenticulare, formate prin fragmentarea glebei carpoforului de la Nidulariales, învelite de o peridie proprie și în care se află basidiospori; peridiolele sunt așezate în carpofor ca ouăle într-un cuib*

peridinin – *xantofila din cloroplastidele dinoflagelatelor*

perifize – *hife miceliene diploide, pluricelulare, filiforme, scurte, așezate între ascele din cleistoteciile Erysiphaceae- lor sau în periteciile de la Diaportales, Hypocreales ș.a.*

periginà – vezi la floare

perigon – vezi la periant

periplasmă – *citoplasmă neconsumată la formarea celulelor germinative (spori sau gameți) de la unele alge eucariote, ciuperci ș.a.;* vezi eucarpie și holocarpie

periplasmodium – vezi la tapetum amoeboid

periplast – *strat subțire de protoplasmă, adesea îngroșat, format ca înveliș al celulei la unele flagelate*

peri sticloși – *vârfuri alungite, moarte, ale frunzulițelor unor specii de briofite xerofile*

perispor – *peretele extern al sporilor de la mușchii hepatici și pteridofite, cu ornamentații și înfățișare diferită; peretele dublu al bazidiosporilor, rezultat în urma concreșterii peretelui sporului cu peretele săculețului sterigmei*

periteciu – *corp-fruct, în formă de sticlă sau urcior, cu o deschizătură apicală numită ostiolă, prin care se eliberează ascosporii; este alcătuit dintr-un înveliș ± îngroșat numit peridie; himeniu (asce și parafize); subhimeniu alcătuit din fibre haploide ± dense*

peristafin – *glicozidul din organele vegetative de la Paris quadrifolia*

peristom – *inelul de dinți higroscopici, formați la deschiderea transversală a capsulei de la mușchii frunzoși; pot fi 4, 16, 32, dispuși pe două rânduri: exostom și endostom sau pe un singur rând*

perle de rouă – *picăturile de apă eliminate prin gutație de frunzele de la Tropaeolum majus*

picior – *sau haustor la briofite; partea bazală a sporogonului, care se prelungește în tulpinița gametofitului și îndeplinește funcția de absorbție a substanțelor nutritive; parte a embrionului la pteridofite*

picnidie – *structură sferică sau piriformă, alcătuită din îngrămădiri de hife haploide, în vârf cu spori numiți picnospori; se formează la ciuperci heteroice (Puccinia sp.) sub epiderma superioară a frunzelor de Berberis vulgaris*

picnospori – *spori haploizi care iau naștere în picnidii, în ciclul de dezvoltare al ciupercii heteroice Puccinia sp.; sin. spermogonii (donori de nuclei în procese sexuale)*

pinocitoză – *pătrunderea în celulă a unor particule lichide foarte mici*

piren – *sâmburele din interiorul drupelor coenocarpe*

pirenoid – *structură proteică, sub forma unor corpușoare sferice sau ovoidale, situată în interiorul cromatoforilor (intraplastidial) sau în citoplasmă (extraplastidial), în jurul căreia se depun substanțele de rezervă; vizibil la microscopul fotonic*

pix – *gudron vegetal cu utilizări medicinale*

pixidă – vezi capsulă operculată

placentă – *la angiosperme, țesut masiv (caracter plesiomorf) sau mai subțire (caracter apomorf) parenchimatic și vascularizat, proeminent pe peretele ovarului sau pe fața internă a carpelelor, pe care se inseră, prin intermediul unor piciorușe scurte (funicule) ovulele; la briofite, zona de legătură a gametofitului și sporofitului prin care trec substanțele nutritive exclusiv pe cale apoplastică*

placentație – *reprezintă modul de dispunere a ovulelor în interiorul ovarelor, pe placentă; evoluția a decurs de la placentația laminală (l. laterală, l. difuză și l. dorsală) la cea suturală (submarginală), cu următoarele variante: centrunghiulară (central-marginală), parietală și centrală liberă*

plagiotrop (gr. plagios- oblic; -trope- întors, orientat) – *organ al plantei sau planta în întregime orientată oblic sau orizontal față de direcția gravitației pământului*

plancton (gr. planktos- rătăcitor, hoinar, pe care-l mișcă valurile); – *totalitatea organismelor mici, vegetale și animale, care plutesc libere în straturile superficiale ale apei și sunt lipsite de organe de înot*

planație – *proces elementar care a contribuit la desăvârșirea cormului, pornind de la telomul ancestral și constă în așezarea într-un plan a ramificațiilor terminale ale telomilor*

planospori – *spori mobili, cu unu sau doi flageli, care se deplasează activ în mediul acvatic (la ciuperci acvatice, alge eucariote)*

planozigot – *zigot mobil cu flageli de la unele mixomicete, alge eucariote, care provine din contopirea gameților flagelați*

plăci antapicale – *plăci ale platoșei jumătății posterioare a celulei dinofitelor*

plăci apicale – *ale jumătății anterioare a celulei dinofitelor*

plasmidă – *material genetic extracromozomial în citoplasma celulei bacteriene, reprezentând fragmente de ADN (a fost pus în evidență și la Drosophila, porumb ș.a.)*

plasmodiocarp – *corp sporifer la mixomicete, încovoiat sau ramificat, în care se formează sporii; sin sporangiu colector*

plasmodiu – *masă citoplasmatică cu numeroși nuclei diploizi, fără perete rigid, dar cu un înveliș de mucilagiu (la mixomicete); p. de fusiune se formează prin unirea (fuziunea) mixamoebelor, a plasmodiilor mai mici, urmată de procese de creștere (la mixomicete); celulă cu mai mulți nuclei (cenocit) la unele alge eucariote*

plasmodesme – *cordoane foarte fine de citoplasmă, care traversează pereții celulari prin punctuațiuni (pori) și fac legătura între celulele vecine*

plasmogamie (P) – *contopirea citoplasmelor a două celule, în urma unor procese sexuale, care precede contopirea nucleilor (cariogamia)*

plastide – *organite cu structură caracteristică situate în citoplasma celulelor plantelor; posedă pigmenți și sunt implicate în activitatea metabolică a plantelor; pot fi: colorate: cloroplastide (în verde); cromoplastide (colorate altfel decât culoarea verde); incolore – leucoplastele în care se depozitează substanțe de rezervă; la algele eucariote se află megaplastide (cromatofori); în tuburile ciuruite plastide de tip S (inițial), care înmagazinează amidon; plastide de tip P (derivat) cu câteva subtipuri, care înmagazinează proteină sub formă de cristale sau filamente*

plastoglobuli – *substanțe de natură lipidică, situați în cloroplaste, în număr mai mare în cele senescente, pe cale de degenerare*

platicladii (gr. platys- lat, larg, -klados- ramură) – *axe verzi ale lăstarilor, lățite, plate, cu creștere limitată, fără structuri de tanspirație dar cu transpirație cuticulară, la specii adaptate să trăiască în locuri stabile, uscate; se clasifică în: filocladii, care provin din lăstari scurți (ex. la Ruscus sp.); cladodii, care provin din lăstari lungi (la Asparagus sp.); pe acestea frunzele sunt solziforme, nefuncționale*

plectenchim (gr. plektos- împletit, încolăcit; -enchima- amestec) – *împletituri ± strânse ale hifelor miceliene, asemănătoare țesuturilor (țesuturi false) care intră în alcătuirea corpurilor sporifere de la ciupercile superioare; pot fi: prosoplectenchim – țesut fals alcătuit din hife miceliene, spațiate, lax împletite; paraplectenchim – țesut fals format din hife miceliene foarte strâns împletite; plectenchimuri se pot afla și în talul algelor roșii și lichenilor*

plectostel (gr. plektos; -stele- coloană) – *tip de stel de la Lycopodiales, la care floemul este încolăcit în jurul xilemului*

pleiochaziu – *inflorescență simpodială alcătuită dintr-o axă floriferă, de sub vârful căruia pornesc axe florifere de ordine diferite, dar dispuse verticilat, de ex. la Pelargonium sp., Sedum sp., Thalictrum foetidum ș.a.; sin. cimă multipară*

pleiomorfismul (gr. pleios- mai multe; -morphé) – *formarea a două sau mai multe stadii conidiale la unele ascomicete: microconidii cu un nucleu și megaconidii cu mai mulți nuclei*

plesiomorfe – *caractere primordiale (de inferioritate) ale unor organe vegetative sau reproducătoare apărute la unele grupe de viețuitoare*

pleuridii – *ramificații filiforme ale talului la unele alge roșii (Batrachospermum) sau verzi (Chara)*

pleurobazidii – *bazidii cu baza lățită și cu „rădăcini" bifurcate, ca la Pleurobasidium*

pleurocapsal – *uniuni de celule în formă de crustă sau mai multe celule alăturate, care formează fire scurte*

pleurocarp (gr. pleura- latură, coastă; -karpos- parte fertilă) – *tuplinițe plagiotrope, penat-ramificate, de la grupe de mușchi frunzoși, la care sporogoanele se formează în vârful ramificațiilor laterale*

pliu germinativ – vezi cută germinativă

plumula – *mugurele terminal al embrionului angiospermelor, alcătuit dintr-o axă metameră cu primordiile frunzelor; sin. gemulă*

pneumatofori (gr. pneuma- aer; -phoros- purtător) – *rădăcini respiratoare constituite adesea din aerenchim, care cresc negativ ortogeotropic, la plante din zone mlăștinoase slab aerisite (Taxodium distichum) și la plantele de mangrove din mediul sărăturat al mărilor și oceanelor din zonele tropicale (fam. Rhizophoraceae ș.a.)*

podeții – *structuri pe talul unor licheni fruticuloși, în formă de trompetă sau cupă, pe care se află apoteciile ciupercii*

poikilohidre (gr. poikilos- schimbător; - hydros- apă) – *plante dependente de umiditatea sau de apa din mediul exterior, lipsite de macanisme care să limiteze pierderile acesteia în condiții atmosferice schimbătoare (ex. talofitele terestre, briofitele, ciupercile)*

polen – vezi granule de polen

polenizare – *transportul polenului de pe anterele staminelor pe stigmatul gineceului; polenizare directă și încrucișată: zoofilie (zoogamie): entomofilie, ornitofilie, chiropterofilie; anemofilie, hidrofilie; la gimnosperme transportul polenului pe micropilul ovulului*

poliadelf – vezi la androceu

poliandrie secundară – *sporirea în mod secundar a numărului de stamine în floare: centripetală (caracter primar) și centrifugală (caracter derivat)*

polichorie – *răspândirea semințelor și fructelor indehiscente prin mai multe modalități*

poliembrionie – *formarea mai multor embrioni dintr-o celulă diploidă (zigot) sau din celule ale nucelei sau integumentelor (embrioni adventivi)*

polienergide – *celule cu mai mulţi nuclei, atât la alge eucariote cât şi la spermatofite*

polifiletic – *un grup de organisme care a derivat din mai mulţi strămoşi diferiţi; acestea nu sunt grupuri naturale şi sunt tratate astfel în clasificările filogenetice*

poligame – *angiosperme cu flori bisexuate şi unisexuate pe acelaşi individ (unele Caryophyllaceae etc.)*

polimerizare – *procesul de multiplicare al numărului de elemente de acelaşi fel (similare) ca de ex. staminele, carpelele etc. din floare*

polimorfism foliar – *frunze variate ca formă, care se găsesc pe aceeaşi plantă, dar pe lăstari diferiţi, de ex. la Morus alba, unde între frunzele întregi şi cele lobate se află toată gama de forme intermediare de margine a frunzei*

polinarie – *o grupare caracteristică a grăunciorilor de polen, în formă de măciucă, alcătuită dintr-o parte vâscoasă bazală numită retinacul (corpuscul de alipire), un pedicel scurt – caudicul şi cu partea terminală polinie, unde se aglutinează polenul (la Orchidaceae şi Asclepiadaceae); sin. polinariu*

polinoze – *boli provocate la oameni de granulele de polen din aer, care intră în contact cu mucoasa respiratorie, cum ar fi: febra de fân (rinita respiratorie) şi astmul bronşic*

pomum – *fructul poamă*

pomum pyrenatum – *fiecare sâmbure pietros din fructele poamă de la Cotoneaster, Crataegus ş.a.*

pori de germinare – *deschideri ± sferice din exina grăunciorilor de polen de la angiosperme, situaţi în zona ecuatorială a acestora, pe unde se alungeşte intina şi formează tubul polinic; loc mai subţire în peretele sporului de la ciuperci, pe unde iese hifa de germinare*

pori de respiraţie – *deschideri spre exterior ale cavităţilor cu aer din gametofitul de la Marchantia polymorpha, dar şi în talul de la licheni sub formă de cifele şi pseudocifele*

porogamie – *pătrunderea tubului polinic în ovulul angiospermelor prin micropil*

porospori – *spori de la unele Deuteromycetes (genul Helminthosporium), care se formează prin înmugurirea celulelor conidiogene, din care iese printr-un por lateral numai membrana interioară a acestora şi formează peretele sporului; acestea au pereţii îngroşaţi şi sunt dispuşi câte unul în vârful conidioforilor sau pe ramificaţiile laterale ale acestora*

porus (por simplu) – *orificiu în septurile hifelor de la ascomicete, prin care circulă citoplasma şi nucleii de la o celulă la alta*

porus-fereastră – *un singur por areolat, care face legătura între traheidă şi celula parenchimatică din razele de lemn de la conifere (sin. porus areolat)*

PPLO (pleuro-pneumonia like organism) – *vezi micoplasme*

prefloraţie – vezi la estivaţie

prefoliaţie – *felul cum se prezintă individual frunzele într-un mugure: conduplicată, adică sunt pliate longitudinal, în două jumătăţi suprapuse; plicată, cu limbul plisat de-a lungul nervurilor laterale sau a celor divergente; involută, cu cele două jumătăţi ale limbului răsucite spre faţa superioară; revolută, răsucite spre faţa inferioară; convolută, când limbul este răsucit şi ia forma unei ţigări de foi; reclinată, când limbul e îndoit în sus transversal, încât partea superioară se aplică pe cea inferioară*

pregermene – *structură filamentoasă din care, prin diviziuni longitudinale ale celulelor, se formează talul lamelar de la Ulva sp.; sin. „ preembrion"; pregermene este considerată şi protonema de la briofite*

proască – *celula diploidă, în care a avut loc cariogamia, din vârful hifelor ascogene, premergătoare formării ascei*

probazidie – *fiecare din cele două celule ale teleutosporilor de la Puccinia sp.; teliosporii de la Ustilago sp., care, prin germinare, dau naştere la o bazidie tetracelulară (mai rar unicelulară) numită fragmobazidie*

procarp – *formă de rezistenţă a carposporofitului de la algele roşii, în care filamentele învelitoare ale acestuia se formează înainte de fertilizarea carpogonului*

profialide – vezi la metule

promiceliu – *plăsmuire alcătuită din mai multe celule, rezultate din germinarea teliosporilor de la Ustilaginales, din care ulterior se despart sporidii*

propagule – *excrescenţe pluricelulare ale unui tal care servesc la înmulţirea vegetativă (la rhodofite şi feofite); la briofitele superioare au forma unor coşuleţe situate în vârful tulpiniţelor*

prosoplectenchim – vezi la plectenchim

protal – *structură pluricelulară, variată ca formă, rezultată din germinarea pteridosporului şi pe care se formează gametangiile*

proterandria (gr. proteros- mai întâi; andros- androceu) – *maturarea într-o floare bisexuată, mai întâi a staminelor (la apiacee, campanulacee, crucifere, Salvia ş.a.); sacii de polen eliberează polenul înainte de maturarea stigmatului aceleiaşi flori, făcând, astfel, imposibilă autopolenizarea*

proteroginia (gr. proteros-; -gyne- gineceu) – *maturarea, într-o floare bisexuată, mai întâi a gineceului (la Helleborus, Pyrus, Plantago ş.a.) înaintea maturării sacilor de polen, făcând imposibilă autopolenizarea*

protiste – *nume colectiv care desemnează marea variabilitate a eucariotelor unicelulare, răspândite în toate filumurile de alge eucariote, fungi, protozoare*

protobionţi (gr. protos, proteros; -bios) – *primele manifestări ale vieţii sub forma unor microsfere, cu sisteme de stocare şi codificare a informaţiei genetice şi cu primele manifestări ale metabolismui; faza următoae a dezvoltării protobionţilor a fost apariţia procariotelor primar heterotrofe de tipul bacteriilor actuale*

protocită (procariotă) – vezi la celulă

protofile – *primele frunze aeriene, apărute pe axa lăstarului; sin. profile*

protofite – *cele mai primitive plante, unicelulare, fototrofe, existente în toate filumurile de alge eucariote*

protonemă – *plăsmuire filiformă, rareori plană, care rezultă din germinarea briosporilor; la muşchii hepatici constă din fire unicelulare verzi, iar la muşchiii frunzoşi este pluricelulară verde, mai înalt diferenţiată; are viaţă scurtă; sin. pregermene*

protostel – *tip de stel iniţial de la pteridofite fosile (Rhyniales) alcătuit dintr-o coloană centrală de xylem, înconjurată de o manta de floem*

prostrate – *axe ale lăstarului târâtoare pe pământ, la plantele lemnoase şi erbacee*

prototunicate – vezi la asce

pseudantii (gr. pseudo- fals; -anthos) – *inflorescenţe care imită morfologic flori, ca de exemplu: ciathiile de la Euphorbia, umbela compusă de la Orlaya grandiflora, calatidiile de la asteracee ş.a.*

pseudoapotecii – *ascostrome asemănătoare apoteciilor, cu ascele aşezate într-un strat (palisadă) de la ascomicetele ascoloculare*

pseudocifele – *întreruperi ale scoarţei talului lichenilor, dispuse neregulat pe suprafaţa acestuia şi funcţionând ca pori de respiraţie*

pseudoetalii – *formaţiuni de la mixomicete, asemănătoare etaliilor de la ascomicete*

pseudomiceliu – *lanţuri de celule, rezultate din înmuguriri repetate, fără consecutiva separare a lor (la Saccharomyces ş.a.)*

pseudomonade – *tetrada de microspori rezultaţi în urma meiozei, dar în care trei nuclei degenerează şi numai unul devine polen viabil; mod de eliberare a polenului sub formă de pseudomonade la Cyperales; sin. criptomonade*

pseudomonomer – *gineceu alcătuit din două sau câteva carpele concrescute, însă cu numai un ovul funcţional, din care se formează fructul nucă, cu o singură sământă (la asteracee, poacee, ciperacee ş.a.)*

pseudoparenchim –*plăsmuire rezultată prin umflarea şi alăturarea strânsă a hifelor de la unele ciuperci superioare, încât în secţiune transversală se aseamănă cu un parenchim*

pseudoperidie – *hife întreţesute care învelesc îngrămădirile de ecidiospori dicariotici la Puccinia sp.*

pseudoplasmodiu – *o aglomerare de amoebe (la mixomicete) care nu-şi pierd autonomia, însă funcţionează ca un întreg; sin. plasmodiu de agregare*

pseudopodium – *o prelungire a piciorului sporogonului, lipsit de setă, de la muşchii frunzoşi inferiori (Sphagnidae şi Andreaeidae)*

pseudorafă – *zonă fără structură în mijlocul carapacei diatomeelor penate, la care lipseşte rafa*

pseudoscleroţiu – *învelişurile chitinoase ale unor insecte, infectate de ciuperca Cordyceps militaris, care se întăresc prin hifele ciupercii, pătrunse în acestea*

pseudosept – *apendice al carapacei diatomeelor, spre interiorul celulei*

pseudotecium – *plăsmuire în formă de urcior, foarte asemănătoare unui peritecium, în care se află asce cu ascospori (la ascomicetele ascoloculare)*

psichrofile (gr. psichros- de frig, de temperature scăzute; pshilos- iubitor) – *specii vegetale adaptate să trăiască în tundră sau pe vârfurile munţilor înalţi*

psihofile – *flori polenizate de lepidoptere diurne*

punctuaţiuni – *porţiuni circulare, ovale sau în formă de butonieră, rămase subţiri, neîngroşate, în pereţii celulari: p. areolate (cu torus) privite din faţă au apectul a două cerculeţe concentrice, cel intern corespunde cu orificiul punctuaţiunii, iar cel extern cu baza acesteia (în xilemul gimnospermelor); p. simple (fără torus) au aspectul unui singur cerculeţ şi se află în xilemul angiospermelor*

p.p. (pro parte) – *în parte*

putamen – *sâmburele drupei monocarpe sau apocarpe*

putrefacţie - *descompunere a unui compus proteic (cu eliminarea unor substanţe urât mirositoare) sau a lamelei pectice la plante, când ţesuturile sunt transformate într-o masă păstoasă (putregai umed), este realizată de bacterii;* vezi şi descompunere

putregaiul brun şi mumifierea fructelor de măr, păr, gutui - vezi la monilioză

R

racem – *inflorescenţă monopodială alcătuită din flori cu pediceli ± egali, inserate altern la diferite nivele, ca la Padus racemosa, Lupinus sp. ş.a.; florile se dezvoltă şi apar de la bază spre vârf, care se termină cu un mugure vegetativ*

radiar simetrice – vezi actinomorfe

radiaţie adaptativă – *dezvoltare şi evoluţie a organismelor de la un tip considerat primitiv, nespecializat, spre numeroase forme divergente, adaptate la variate condiţii de mediu*

radicula – *rădăcina embrionară, care după germinare devine rădăcina principală a plantei*

radicule – *perișorii absorbanți ai rădăcinii*

rafă – *crăpătură care se desfășoară longitudinal în carapacea diatomeelor penate: la ovulele anatrope, partea de concreștere a funiculului cu integumentul ovului, care se menține și pe tegumentul seminal*

rafide – *cristale aciculare foarte mici, grupate în fascicule intracelulare*

raze de lemn și de liber – *apar în xilemul secundar și respectiv în floemul secundar (bast), sunt alcătuite din celule alungite în sens radiar și fac legătura între inelele anuale; la foioase sunt mai late, alcătuite din mai multe rânduri de celule*

raze medulare primare – *pornesc de la măduva tulpinii sau rădăcinii cu structură primară și ajung până la scoarță, separând între ele fasciculele conducătoare*

rădăcină napiformă – *îngroșarea rădăcinii principale, inclusiv a celui mai de jos segment al lăstarului, pe care se formează frunze (la Beta vulgaris, Daucus carota, Apium graveolens, Raphanus sp. ș.a.)*

rășină de copal – *extrasă din coniferul tropical Agathis și utilizată la fabricarea unor materiale dentare*

receptacul – *porțiunea din talul unor alge brune, specializată pentru a susține organele de reproducere; la gasteromicete piciorul corpului-fruct; la antofite extremitatea unei axe, purtând o floare sau o inflorescență și poate fi sub formă plană, de cilindru, con, cupă, disc etc.*

reducție – *proces elementar de desăvârșire a cormului, de la pteridofitele primordiale; înseamnă reducerea treptată a ramificațiilor dichotomice ale telomului, care se transformă în microfile cu o singură nervură*

redundanță – *în înțeles usual, un surplus de informație care asigură o recepție adecvată a semnalelor externe, un mai bun randament de folosire a informațiilor din mesaj (de ex. organe perechi, garnitură diploidă de cromozomi a celulei în raport cu cea haploidă etc.)*

repent – *culcat la pământ pe toată lungimea sa și pe alocuri înrădăcinat*

replum – *peretele despărțitor membranos dintre placentele celor două carpele fertile (la crucifere) care se menține și la fructul matur și poartă semințele (replum placentar)*

reproducere sexuată – *este caracterizată prin două procese: singamia (captarea gameților) și meioza, în urma cărora se ajunge la amestecarea eredităților părinților în cromozomi recombinați (ca urmare a crossing-over- lui), reducerea la jumătate a numărului de cromozomi recombinați și ca urmare mai îndepărtată la formarea de urmași cu însușiri neasemănătoare (varibilitatea speciilor)*

resupinat – *corp-fruct răsturnat, care, astfel, cu partea superioară aderă, în creștere, la substrat (se află la unele bazidiomicete); floarea orchideelor, care se rotește cu 180 ^{0}C datorită rotirii (răsucirii) ovarului încât partea superioară devine inferioară*

retinacul – vezi la polinarie

rezina scamoniae – *rezină cu acțiune purgativă extrasă din rădăcina de Convolvulus scamoniae*

rexigenă – vezi la spații intercelulare

ripidiu – *inflorescența monochazială, la care axele se termină cu flori, care se formează în același plan dar în sensuri diferite de o parte și alta, ca la Iris sp.; sin. cimă evantai*

ritidom – *totalitatea peridermelor succesive, alcătuite din țesuturi moarte împreună cu celulele vii dintre acestea, alcătuiesc la exteriorul trunchiurilor sau rădăcinilor plantelor lemnoase ritidomul; sin. coaja*

rizine – *cordoane de hife miceliene, care pornesc din măduva talului foliaceu și fruticulos al lichenilor, cu rol de a-l fixa de substrat*

rizofori – *lăstari incolori și fără frunze la Sellaginella, la capătul cărora se formează rădăcini adventive*

rizoizi – *filamente unicelulare sau pluricelulare, care pornesc de pe protonema sau tulpinița briofitelor, ori de pe protalul pteridofitelor, cu rol, mai ales, de fixare de substrat; prin extensie tot rizoizi sunt și excrescențele pluricelulare ale talului unor alge eucariote, care imită ca formă rădăcina și au rol de fixare*

rizomi – *sunt axe subterane articulate, cu noduri proeminente (deosebindu-se astfel de stolonii subterani) la nivelul cărora apar rădăcini adventive și muguri axilari la subsuoara unor frunze reduse, scvamiforme, nefuncționale:se întâlnesc la pteridofite și numeroase antofite (Primula sp., Convallaria majalis, Iris sp., Polygonatum sp. ș.a.)*

rizomiceliu – *corp de vegetație al ciupercilor Chytridiomycetes, care prezintă ramificații anucleate, cu rol de fixare de substrat, asemănătoare rădăcinilor; sin. miceliu rizoid*

rizomoid – *organ subteran (greșit numit rizom) al cormofitelor primordiale (psilofite) care reprezintă prototipul rădăcinii, iar rizoizii prototipul perișorilor absorbanți*

rizomorfe – *forme vegetative de rezistență la unele ciuperci, sub forma unor cordoane groase, alcătuite din hife împletite, lungi, cu creștere terminală nelimitată, uneori anastomozate (la Armillaria luteovirescens ș.a.)*

rizopode – *apendici în formă de fir, care pornesc de la celula lipsită de perete rigid de la unele heterocontofite*

rodamilon – *substanță poliglucidică de rezervă din celulele algelor roșii: sin. amidon de floridee*

rostelum – *lobul median steril al stigmatului florii de la orchidacee, situat între cele două thece ale anterei*

rostru – *partea superioară a unor fructe, ingustată ca un cioc, lipsită de semințe, de la unele fructe cum sunt cele de Geranium, Anthriscus, Carex ș.a.*

ruderale – *plante care cresc pe terenuri necultivate, în lungul căilor de comunicație, ruini, molozuri etc., acolo unde se manifestă pregnant influența omului și animalelor domestice*

rupicole – *specii care vegetează pe versanți, brâne, coaste puternic înclinate*

S

sac de apă – *lobi ai frunzelor unor briofite Jungermaniales, transformați într-un fel de cupă, cu rol de reținere a apei*

sac embrionar – *în ovulul angiospermelor, ansamblu cenocitic reproducător, cu funcție omoloagă megagametofitului; gametofitul ♀ al angiospermelor, cu 8 (7) celule, între care și oosfera (gametofitul ♀)*

sago – *băutură răcoritoare dulce produsă din trunchiurile bogate în amidon ale unor specii de palmieri, precum cele din genul Metroxylon*

salep – *tuberii de Orchis (Poroinic) utilizați în Orient ca aliment dar și ca afrodisiac*

santal – vezi lemn de santal

saprobe – *organisme (mai ales bacterii și ciuperci) care trăiesc în ape impurificate, și se hrănesc cu materie organică în curs de descompunere; după gradul de impurificare (murdărire), apele se împart în 4 clase: polisaprobe, mezosaprobe (α și β) și oligosaprobe: sin. saprofage*

sapromiofile – *plante polenizate de muștele de hoituri*

sapropel – *mâl de putrefacție, care se formează în lacurile eutrofe liniștite, fără curgere, prin descompunerea resturilor vegetale (de alge sau plante superioare) și de animale inferioare, amestecate cu substanțe minerale, în urma acțiunii microorganismelor; acesta ia aspectul unei mase gelatinoase, grosieră la pipăit*

saprotrofe – *sunt majoritatea bacteriilor, mixomicetelor și ciupercilor (dar nici o plantă cu flori), care își extrag hrana (C și N) din substanțele organice (glucide, grăsimi sau proteine, dar și din alcooli și acizi organici); frecvent sunt eliminate exoenzime, care descompun compușii macromoleculari în monomeri, formă sub care pot fi absorbite din soluție; în afară de azotul organic, multe saprotrofe utilizează ca sursă de azot NH_4^+ sau NO_3^- sau chiar N_2 din aerul atmosferic (unele bacterii și alge albastre); plantele cu flori, greșit desemnate ca „saprofite" și anume unele orchidacee (Neotia, Coralorhiza, Epipogium ș.a. sunt în realitate endomicorizante fără clorofilă*

sarcocarp (gr. sarcos- cărnos, suculent; -carpos) – *pericarpul unor fructe (de ex. baca), la maturarea deplină în întregime cărnos, suculent*

sarcotesta (gr. sarcos-; testa- înveliș) – *partea externă, groasă, suculentă, a tegumentului seminal, care înconjoară sământa de jur împrejur la Ginkgo biloba, Magnolia sp., Paeonia sp., ș.a.*

saurochorie (gr. saura- șopârlă; -choreo) – *răspândirea unor semințe sau fructe cărnoase ale angiospermelor primordiale prin intermediul unor șopârle*

sământa – *organ de înmulțire al spermatofitelor (gimnospereme și angiosperme) care se formează din ovul în urma procesului de fertilizare (semințe se pot forma și partenogenetic, fără fertilizare); tipuri de semințe: - albuminate alcătuite din tegument, embrion și endosperm și uneori perisperm; - exalbuminate (fără endosperm), formate numai din tegument și embrion, în care caz substanța de rezervă se depune în cotiledoane*

sânge de dragon – *rășină roșietică conținută în trunchiul de Dracaena sp.*

scafidie – vezi conceptacul

scandentă – *plantă urcătoare pe diferite suporturi*

scapus – *tulpina de la Galanthus sp., Taraxacum sp., Primula officinalis ș.a. cu internoduri bazale scurte și apropiate, care poartă frunzele în rozetă și cu ultimul internod nefoliat, lung, terminat în vârf cu floarea sau inflorescența*

scarios – *de consistență membranoasă și uscată, subțire, semitransparent, nu are culoare verde*

schizocarp – *fruct uscat provenit din gineceu pluricarpelar, care la maturare se descompune în atâtea fructulețe cât carpelele sau multiplul carpelelor gineceului*

schizogen – vezi la spații intercelulare

schizogonie (gr. schizo-; goneo- formare) – *diviziunea multiplă a celulei de la unele alge verzi unicelulare (Chlamydomonas, Chlorella ș.a.) și formarea a mai multe celule fiice; formarea sporilor în sporangi în urma unei diviziuni multiple*

Schizophyta (gr. schizo- a despica; -phyta) – *denumirea mai veche a procariotelor, datorită diviziunii celulei lor, prin simpla despicare în două a acesteia (fisiune binară)*

schizotomie – *diviziunea simplă, când celula mamă se împarte complet în două celule fiice egale*

sciafile (gr. skia- umbră; -philos- a iubi) – *plante care cresc numai în locuri umbroase; sin. umbrofile*

sclerocarp (gr. scleros- tare, lignificat; -carpos) – *endocarpul unor fructe (ca de ex. drupa) sclerificat, de consistență tare*

sclerotesta – *partea internă, tare, lignificată, a învelișului seminței (ca de ex. la Ginkgo biloba)*

scleroți – *forme vegetative de rezistență la unele ciuperci superioare, tari, care au aspectul unor mici tuberculi, alcătuiți din împletituri dense de hife la exterior (paraplectenchim) și mai laxe la interior (prosoplectenchim); pe scleroți se formează sporulațiile conidiale sau ascale (la ord. Leotiales, Clavicipitales dintre ascomicete ș.a.)*

scufie – vezi caliptră

scutelum – *cotiledonul în formă de scut din embrionul poaceelor dar și la Cyperaceae*

scuturi – *celulele externe, protectoare, de formă caracteristică, ale spermatogoniului de la Characeae*

segetal (gr. seges- ogor) – *plante sălbatice sau chiar cultivate nedorite (ca de exemplu secara în cultura de grâu etc.) printre plantele cultivate de om*

semantide – *macromoleculele organice (acizi nucleici și proteine) purtătoare de informație genetică și structurală: s. primare (ADN); s. secundare (ARN); s. terțiare (proteine)*

semiparazite – *antofite verzi, care realizează fotosinteza, însă își procură apa cu ionii minerali de la plantele gazdă cu ajutorul haustorilor, care pornesc de pe rădăcinile lor; ex. vâscul, ale cărui semințe germinează ca parazit epifit (pe crengile unor arbori foioși și rășinoși); sistemul lui de rădăcini se extinde sub coaja arborilor în floem, iar de acolo pornesc haustori până în alburn, de unde își extrag apa cu ionii minerali; semiparazite sunt și unele Scrophulariaceae ca: Rhinanthus sp., Melampyrum sp., Pedicularis sp., Euphrasia sp. ș.a., care prin haustori extrag apa, în care se află și cantități mici de substanțe organice; sin. hemiparazite*

septalnectarii – *glande cu nectar situate la locul de concreștere ale marginilor, carpelelor pe ovarele unor monocotiledonate entomofile*

septuri – *pereții transversali în talul filamentos al algelor, în hifele fungilor, rizoizii briofitelor etc., care separă între ele celulele; sing. sept* (lat. septum- perete despărțitor)

sesil – *lipsită de pețiol (frunza) sau de peduncul sau pedicel (floarea solitară sau din inflorescență)*

setă – *filament elastic, flexibil, al sporogonului de la briofitele superioare, care poartă în vârf capsula*

sexină – vezi ectexina grăunciorilor de polen

sexualitate de compensație – vezi la somatogamie

sexuat (ă) – vezi la reproducere sexuată

sferociste – *celule de formă ± sferică la unele ciuperci cu pălărie din ord. Russulales, care reprezintă cauza friabilității cărnii*

sfingofile – *flori polenizate de fluturi de noapte*

sifonal – *structură tubulară, alungită, cu citoplasmă și mai mulți nuclei, la unele ciuperci inferioare și unele alge eucariote*

sifonogamie (gr. siphon- tub; -gamos) – *fertilizare prin intermediul tubului polinic, prin care sunt conduși gameții masculini neflagelați (spermatii) la oosferă; se întâlnește la spermatofite*

sifonostel – *tip de cilindru central, la care în centrul axelor se află un cordon de măduvă, înconjurat de xilem și apoi de floem (s. ectofloic), iar când între măduvă și xilem mai apare un cordon de floem este s. amfifloic (la unele pteridofite)*

siliculă – *fruct dehiscent, sau mai rar indehiscent, de la unele crucifere, provenit din gineceu tetracarpelar sincarp, care este de cel mult 3 ori mai lung decât lat; s. angustiseptă (Capsella) și s. latiseptă (Lunaria); la maturare două carpele se desprind sub formă de valve fără semințe, de pe un replum placentar mijlociu, care poartă semințele; s. indehiscentă polispermă la Euclidium syriacum, Bunias, Coronopus, Isatis, Myagrum ș.a.*

silicvă – *fruct lung, dehiscent, al unor crucifere, de cel puțin 3 ori mai lung decât lat, pe mijloc cu un replum placentar, care la maturare poartă semințele; de o parte și de alta a replumului, de jos în sus se formează două valve care cad; poate fi rostrată sau nerostrată; rostrul rămâne în vârful replumului după căderea valvelor și provine din stil și părți ale peretelui ovarului; rostrul poate fi monosperm sau plurisperm (la mai multe crucifere); silicvă indehiscentă articulată, cu pereți interni transversali care delimitează câte o sămânță (la Raphanus sp., Rapistrum sp.)*

simbiogeneză – vezi endosimbioză

simbioză mutualistă – *viața în comun a două organisme din specii diferite, în care ambele, cel puțin temporar, obțin foloase; sin. mutualism*

simetrie (gr. symetros- acordat reciproc) – *reprezintă repetarea sistematică a elementelor structurale egale sau asemănătoare; sunt trei forme de bază ale simetriei: s. de deplasare* (metameria); *s. radiară* (simetria de rotație); *s. bilaterală (simetria în oglindă) la care se adaugă simetrii complexe*

simpetală – *cu petale concrescute prin marginile lor; sin. gamopetală:* vezi și la corolă

simplastică – *mod de circulație a apei cu ioni minerali, de la celulă la celulă, prin plasmodesme, care străbat punctuațiunile (porii) din pereții celulari; vezi și apoplastică*

simpodial (ă) – *sistem de ramificare alcătuit din elemente ale axului lăstarului de ordine diferite, la fel de puternice, care, corespunzător cu rangul lor, asigură creșterea în continuare a întregului sistem; aici se încadrează monochaziile, dichaziile și pleiocaziile dar și ramificarea axelor, inegală, a unor plante lemnoase (Tilia, Betula ș.a.)*

sinangiu – *o grupare de sporangi într-un înveliș pluristratificat comun, la unele pteridofite inferioare; antera spermatofitelor; microsinangiu – o thecă a anterei*

sinapomorfii – *complex de caractere apomorfe, derivate, de superioritate (morfologice, anatomice, embriologice, biochimice etc.) care apar împreună la un grup de plante*

sincarp – vezi la gineceu

sincotilia – *concreșterea congenitală a celor două cotiledoane de la dicotiledonate primitive și apariția cotiledonului de la monocotiledonate*

sindetocheilice (gr. sindetos- unit; kleios- buză) – *tip derivat de aparat stomatic, la care atât celulele stomatice cât și celulele anexe provin din aceeași celulă inițială (la gimnosperme superioare – Chlamydospermae și majoritatea angiospermelor)*

singamie – *contopirea gametului masculin cu cel feminin, care cuprinde două procese: plasmogamia și cariogamia, în urma cărora rezultă zigotul*

sinoezic (gr. syn- împreună; -oikos) – *arhegonii și anteridii situate în același perichetium (la briofite)*

sinsepal – *caliciu alcătuit din sepale concrescute prin marginile lor; sin. gamosepal*

sintelomi – *axe principale provenite prin reunirea mai multor telomi (la pteridofite primordiale)*

sinzoospor – *zoospor mare, cu mai mulți nuclei și cu mai multe perechi de flageli (la alga Vaucheria sp.)*

sirenină – *substanță chimică, cu rol chemotactic, eliminată de gameții feminini de la ciuperca Allomyces sp.*

sisal – vezi cânepa Sisal

sistematica – *studiul științific al diversității organismelor și ale legăturilor de orice fel dintre ele, stabilite pe baza principiilor enunțate de taxonomie*

smirnă – *produs natural vegetal solid, care conține rășini, acid benzoic ș.a. care se extrage din specii de Commiphora (fam. Burseraceae), răspândite în Africa și India; adevărata smirnă cu utilizări în practici religioase se extrage din C. abyssinica*

S.N.C. – *sistemul nervos central*

solz de acoperire – *solzul extern sau solzul steril de la conul feminin al coniferelor, care se lignifică treptat*

somatogamie (gr. soma- corp; -gamos) – *contopirea a două celule vegetative ale hifelor diferite genetic (de la basidiomicete și unele ascomicete superioare), care duce la formarea celulei dicariote și apoi a basidiei și respectiv a ascei*

sorale – *grupări de soredii în talul de la licheni, care se eliberează și se împrăștie împreună*

soredii – *forme de înmulțire vegetativă la licheni, în formă de ghemulețe, alcătuite din celule de alge înconjurate de hifele ciupercii; se formează în interiorul talului în zona gonidială și prin creștere rup scoarța și astfel sunt eliberate și ușor împrăștiate de vânt sau picăturile de ploaie*

sori – *grupe de sporangi, proveniți dintr-un meristem sporogen comun, pe fața inferioară a frunzelor de la fergile superioare (Pteropsida)*

soțiori-pitici – vezi nanandri

spadix – *inflorescență monopodială cu axul lung și gros, pe care se inseră, altern, flori sesile și toate protejate de o hipsofilă numită spată, ca la Arum sp., Calla aethiopica ș.a.*

spat – *hipsofilă mare, verde sau colorată, ce înconjoară inflorescența spadix de la Araceae, Arecaceae; două hipsofile ce înconjoară inflorescența de la Allium, Iris ș.a. sau una singură la baza florii de la Galanthus ș.a.*

spații intercelulare – *se află în țesuturile definitive și se formează în următoarele moduri: calea schizogenă (gr. schizo, schizein- a despica, a crăpa; -genesis) are loc prin despicarea lamelei mijlocii dintre celule, începând cu colțurile celulelor și continuând pe laturile acestora, apărând între celule un spațiu intercelular; calea lizigenă (gr. lysis- topire, lichefiere; -genesis) se realizează prin gelificarea urmată de lichefierea pereților celulari de la una sau câteva celule; calea rexigenă (gr. rexis- rupere; -genesis) – când are loc ruperea celulelor, determinată de tensiunile ce au loc în timpul creșterii unui organ; calea mixtă ca de ex. schizolizigenă, cea mai frecventă*

speciație – *procesul de formare de noi specii, prin scindarea speciei mamă în două sau mai multe specii fiice, urmată de apariția izolării reproductive: s. simpatrică* (gr. sym- împreună; -patra- patrie, loc de viață) – *formarea de specii noi în același areal sau în areale care se întretaie cu ale speciei mamă (din care au provenit, prin scindare) (s. ecologică); s. alopatrică* (gr. allos- altul; patra) *formarea de specii noi prin izolarea geografică a populațiilor noi față de celelalte populații ale speciei parentale (s. geografică)*

spermatangii – *gametangii masculini unicelulari, fără înveliș pluricelular protector, în care se formează mai multe spermatii (la fungi și unele alge eucariote) sau una singură la rhodofite*

spermatii – *celule sexuale masculine neflagelate, imobile (la rhodofite, unele ciuperci și majoritatea spermatofitelor); sin. nuclei spermatici – la gimnosperme superioare și toate antofitele*

spermatocist – *gametangele masculin la Fungi*

spermatofite (gr. sperma- sămânță; phyton- plantă) – *plante cu semințe: ginmosperme și angiosperme;* vezi și fanerogame

spermatogonii – *gametangi masculi de la alge eucariote și fungi, unicelulari, fără înveliș protector pluricelular, în care se formează mai multe spermii (spermatozoizi), rareori una singură (la Dictyota dichotoma)*

spermatozoizi – *vezi la spermii*

spermii – *celule sexuale masculine flagelate, mobile, de la majoritatea plantelor (alge eucariote, criptogame avasculare și vasculare, gimnosperme inferioare), fungilor inferiori și animalelor; sin. spermatozoizi*

spermogonii – *picnosporii de la Puccinia sp. care funcționează ca nuclei sexuali*

spic – *inflorescență monopodială, cu flori sesile sau aproape sesile, dispuse altern pe axă, ca la Plantago sp. ș.a.*

spice sporifere – *gruparea microsporofilelor de la Lycopodiales, Equisetales în vârfurile unor ramificații ale lăstarului*

spiculeț – *inflorescența elementară a gramineelor, alcătuit din 1-n flori*

spini – *sunt metamorfoze ale unor părţi din frunză (multe compozite ş.a.) sau a frunzei în întregime (Berberis sp.), ale stipulelor la Robinia pseudacacia ş.a., ale axei lăstarului sau vârfului acestuia (Prunus sp., Crataegus sp. ş.a.)*

spiţă – *linie filetică (neam) derivată de la un strămoş comun*

sporangi – *organe pluricelulare, înconjurate de un perete protector format din celule sterile, la plante terestre inferioare (pteridofite), în care, în urma meiozei, se formează sporii*

sporangiofori – *hife specializate, diferenţiate faţă de hifele vegetative, separate de acestea prin septuri, care poartă în vârf sporocistele şi le expun pentru împrăştierea sporilor sau eliberarea lor ca un tot (la unele ciuperci Oomycete şi Zigomycete); sin. purtător de sporociste*

sporangiospor – *spori imobili, care se formează în sporocişti la ciupercile zigomicete*

sporangiu colector – vezi plasmodiocarp

spor (gr. sporos- a semăna) – *celule specializate pentru inmulţirea asexuată, întâlnite la aproape toate grupele de procariote, fungi, plante inferioare şi superioare*

sporidii – *spor haploizi care se formează pe promiceliu la unele grupe de drojdii (Rhodosporidium) şi la ciupercile de tăciuni (Ustilaginales)*

sporocarpi – *rezervoare de sporangi (micro- sau mega-) situate la baza frunzelor, în apă, de unele Hydropteridales (Marsileales) şi acoperite de o parte din frunza asimilatoare; corpurile-fructe de la unele mixomicete*

sporocite –*celule producătoare de spori, la eucariote şi ciuperci, înconjurate de un perete celular; sin. sporociste;* vezi şi sporangi

sporodermă – *învelişul sporilor şi al grăunciorilor de polen*

sporodochii – *mănunchiuri de conidiofori cu conidii (ca o pernită) legate între ele prin hife sterile, pe depozite gelatinoase, bombate (la ciupercile parazite Helotiales, Moniliales ş.a.)*

sporofilă – *frunză purtătoare de sporangi cu meiospori (la pteridofite); la gimnosperme megasporofile şi microsporofile*

sporofit – *generaţia diploidă din ciclul de dezvoltare de la fungi, alge eucariote şi plantele terestre, pe care se formează celulele de înmulţire asexuată – sporii, în urma meiozei; se dezvoltă, fără excepţie, din zigot*

sporofori (gr. sporo- spori; phoros- purtător) – *denumire atotcuprinzătoare pentru corpurile-fructe de la ascomicete (ascofructe = ascocarpi) şi basidiomicete (basidiofructe = basidiocarpi); sin. carpofori*

sporopolenină – *substanţă chimică miraculoasă, care încrustează exina grăunciorilor de polen şi sporilor, considerată cea mai rezistentă substanţă organică creată de natură; în afară de procesul oxidativ nici un agent fizico-chimic nu o poate altera; pe baza acesteia s-au dezvoltat ştiinţa polenului şi sporilor (palinologia); a fost pusă în evidenţă şi în peretele celular al unor alge verzi terestre*

sporotrofofile – vezi la trofosporofile

sporulaţie – *maturarea sporociştilor sau sporangilor şi eliberarea sporilor*

stahisporie (gr. stachys- axă; -sporie) – *ipoteză conform căreia sporii sau ovulele angiospermelor primordiale s-au format la început pe axe şi nu pe frunze (conform cu ipoteza filosporiei)*

stamina – *partea reproducătoare masculină din floarea angiospermelor, componentă a androceului, alcătuită din filament, conectiv şi anteră*

staminodie – *stamină devenită sterilă, prin reducerea până la dispariţie a anterei (la Linum usitatissimum, Samolus valerandi, Erodium cicutarium ş.a.); au formă de placă, dinte sau lamă şi se pot transforma, uneori, în petale (Rosa sp. ş.a.)*

staţiune – vezi ecotop

stauros – *nodul central situat în mijlocul rafei diatomeelor*

stază evolutivă - *perioadă din istoria unui taxon, în cursul căreia evoluţia pare că ar fi stagnat, ca apoi să se accelereze*

stegocarpi (gr. stego- acoperit; -carpos) – *sunt muşchii frunzoşi a căror capsulă se deschide prin opercul (căpăcel)*

stel – *ansamblul de ţesuturi conducătoare (xilem şi floem) şi parenchimatice (inclusiv măduvă) delimitat de periciclu*

stenochore (gr. stenos- îngust; -choreo) – *specii cu areale înguste, limitate la o anumită regiune restrânsă geografic*

stenotope (gr. steno- îngust; -topos- loc) – *specii cu îngustă amplitudine ecologică;* vezi şi euritope

stereom (gr. sterein- a susţine, a sprijini) – *ţesuturi mecanice sau de susţinere din lăstari şi rădăcină, dar şi în unele fructe (drupe, nuci etc.), compacte şi în parte moarte, ale căror celule au pereţii local sau total ingroşaţi cu celuloză şi lignină*

sterigme – *prelungiri sterile purtătoare de conidii sau bazidiospori*

stichobabazidii – *bazidiile septate-transversal;* vezi şi chiastobazidii

stigma roşie – *componentă a celulei monadale sau germinativă flagelată, situată în interiorul cloroplastidei sau la exteriorul acesteia, însă, în apropierea aparatului flagelar, cu sau fără legături strânse cu acesta; sin pata-ochi*

stigmarii – *la unele pteridofite fosile (Lepidodendraceae) se aflau în sol şi de pe ele porneau rădăcini subterane şi aeriene; sin. purtători de rădăcini*

stigmat – *vârful stilului sau stilodiului, de forme diferite, cu epiderma foarte modificată, capabil să capteze granulele de polen*

stil – *structură complexă, rezultată din concreşterea stilodiilor la gineceele coenocarpe*

stilodiu – *prelungirea liberă a părţii fertile a carpelei (solitare sau în gineceul choricarp) în vârful căreia se află stigmatul*

stipele – *formaţiuni stipulare suplimentare situate la baza foliolelor frunzelor compuse (Thalictrum aquilegiifolium – Ranunculaceae; Paullinia racemosa – Sapindaceae)*

stilopodiu (gr. stylos- stil; -podos) – *perniţă în vârful ovarului la umbelifere, pe care stau cele două stilodii; suportul celor două stilodii*

stipule – *anexe foliare perechi situate la baza frunzelor, respectiv a peţiolului, de la frunzele simple sau compuse, ca la familiile Magnoliaceae, Resedaceae, Rubiaceae, Rosaceae, Papilionaceae ş.a.*

stiripirone – *pigmenţi membranari la celulele unor himenomicete*

stoloni – *hife miceliene arcuite şi cu pereţii îngroşaţi, situate la suprafaţa substratului, de pe care pornesc rizoizi ce pătrund în sol (la Rhizopus stolonifer- Mucorales); lăstari subterani sau aerieni plagiotropi, cu rol de înmulţire vegetativă (la angiosperme şi pteridofite)*

stoloni subterani (soboli) – *sunt lăstari subterani lungi şi mai subţiri, cu internoduri lungi şi noduri puţin proeminente, la nivelul cărora se formează rădăcinile adventive; se formează din mugurii de pe rizomi (la Equisetum arvense, Solanum tuberosum, Agropyron repens ş.a.); stoloni aerieni – axe aeriene plagiotrope, cu frunze reduse şi care se întind la suprafaţa solului (Trifolium repens, Fragaria sp. ş.a.)*

stomium (gr. stoma- gură) – *partea din peretele sporangelui de la ferigile leptosporangiate, cu celule cu pereţi subţiri, opusă inelului mecanic(annulus), unde, datorită uscăciunii atmosferice şi contracţiei inegale a celulelor inelului mecanic, se rupe peretele sporangelui şi se eliberează sporii; sin. celule de separaţie*

strat sedimentar – *glicoproteide sau proteine slab ataşate de peretele celulei bacteriene*

streptomicină – *antibiotic extras din celulele bacteriene de Streptomyces*

stricnină – *alcaloid toxic extras din seminţele plantei tropicale Strycnos nux-vomica (Turta lupului)*

strobil – *conul feminin de la Pinales, Cycadales ş.a. alcătuit din megasporofile dispuse spiralat pe o axă*

strofiole – *excrescenţe cărnoase ale tegumentului seminal, formate în jurul funiculului (aril funicular), la Euonymus sp. sau în jurul rafei (aril al rafei) la Chelidonium majus ş.a.; sin. aril funicular, aril al rafei*

strome – *miceliu steril, de consistenţă moale, alcătuit din împletituri ± dense de hife, care reprezintă forma vegetativă de rezistenţă la unele grupe de ciuperci; în/pe strome se formează atât sporulaţiile sexuate (asce cu ascospori în corpurile-fructe) cât şi cele asexuate (conidiale)*

stromatolite – *depozite stratificate de calcar, care se formează în zona mareelor mărilor calde, unde se înmulţesc luxuriant unele cianobacterii cenobiale filamentoase, care depozitează calcarul în tecile lor gelatinoase; aceste depozite erau foarte abundente în urmă cu circa 2 mld. ani, când cianobacteriile reprezentau formele de viaţă cele mai avansate de pe pământ şi primele procariote fosilizate*

suber – *ţesut protector secundar, situat la exteriorul axei lăstarului şi rădăcinii, ale cărui celule au pereţii impregnaţi cu suberină, substanţă complexă impermeabilă pentru lichide şi gaze şi care conţine compuşi fenolici antiparazitici*

subgleba – *partea sterilă situată sub partea fertilă (gleba) a bazidiocarpului gasteromicetelor*

subhimeniu – *strat de celule sferice, care fac legătura între himeniu şi trama lamelelor himenoforului la Agaricales; stratul de sub himeniul apoteciilor*

subiculum – *împletituri laxe de hife haploide, în care se formează corpurile sporifere la unele grupe de ciuperci (de ex. periteciile la ascomicete)*

sulcus – *apertură longitudinală sau gâtuitură inelară, în mantaua carapacei diatomeelor centrice, situată la marginea benzii de centură*

suspensor – *structură cu rol de ancorare a embrionului în endospermul nutritiv şi de extragere ale substanţelor hrănitoare la spermatofite şi unele pteridofite (Lycopodium sp., Selaginella sp.), orientat spre micropilul ovulului şi respectiv spre gâtul arhegoniului; celule care susţin gametocistul de la Mucorales*

S.I. (Sisteme International d'Unites):
Mili (miime) = 10^{-3}
Micro (milionime) = 10^{-6}
Nano (miliardime) = 10^{-9}
$1\ nm = 10^{-3}\ \mu = 10^{-6}\ mm = 10^{-9}\ m$
Ångström nu este unitate S.I. dar este utilizată din motive de oportunitate
$1Å = 0,1\ nm\ (10^{-10}$ *metri)*

s. l. (sensu latissimo) – *în sens larg*

s. str. (sensu stricto) – *în sens strict*

T

tactism – *mişcări libere, efectuate de gameţi sau organe ale unor plante, ca reacţie la excitanţii externi: luminoşi, chimici, termici etc.; t. pozitiv şi t. negativ*

taiga – *o centură largă de păduri de conifere, alcătuite preponderent din molid, zadă și pin siberian din nordul Emisferei Boreale*

tal – *corpul vegetativ la algele eucariote, ciuperci și briofitele inferioare, fără diferențiere celulară internă avansată și fără țesuturi mecanice și conducătoare*

talofite – *plante cu tal (algele eucariote și briofitele inferioare) dar și ciupercile*

tapetum – *țesut cu rol nutritiv situat în sporangii pteridofitelor, care ajută la formarea și maturarea sporilor; țesut nutritiv pluristratificat situat sub endoteciul microsporangilor din antera florii; t. de secreție (t. glandular) alcătuit din celule bogate în substanțe nutritive, care sunt eliminate prin pereții celulari și ajută la maturarea granulelor de polen (caracter plesiomorf); t. plasmodial, la care dispar pereții celulari și protoplaștii se unesc într-un periplasmodiu, care hrănește grăunciorii de polen (caracter apomorf)*

tapetum integumental – vezi endoteliu

tapioka – *subsatnță poliglucidică alimentară obținută din tuberculii de Manihot esculenta (Maniocul ierbos) din America tropicală*

taxol – *un produs terpenic extras din scoarța de Taxus brevifolia (Am. de Nord); s-a dovedit eficient în tratarea unor forme de cancer*

taxoni – *toate unitățile de clasificare (încrengătură, clasă, ordin, familie, gen, specie)*

taxonomie vegetală (gr. – taxis- rânduială, lege) – *știința principiilor clasificării, știința despre taxoni (Simpson, 1961; Mayr, 1969), care se ocupă cu descrierea, denumirea și ordonarea celor peste 500.000 specii de plante actuale, ciuperci și procariote; teoria și practica clasificării organismelor*

tămâie – *emulsie lăptoasă obținută prin incizii în scoarța unor specii de Bursera (fam. Burseraceae) din America tropicală, care în contact cu aerul se solidifică în mase globulare de culoare gălbuie; folosită în practicile religioase; se extrage și din rășina de Pinus taeda (Pinul de tămâie) (din America de Nord)*

teci – *învelișuri mucilaginoase consistente ce înconjoară filamentele la algele albastre*

tecium – vezi himeniu

tegmente – *solzii protectori ai mugurilor aerieni de la foioase*

tegument – *învelișul seminței rezultat din transformarea integumentelor/integumentului ovulului, după fertilizare*

teleomorfă – *formă de reproducere sexuată la ciuperci superioare, în urma căreia se formează spori (ascospori și bazidiospori) ca urmare a unor procese sexuale și a meiozei; sin. forma de rodire principală (sexuată)*

teleonomie – *mersul evoluției într-o direcție definită*

teliobazidie – *bazidia septată transversal, provenită din germinarea unui teliospor*

teliospori – *spori de rezistență la ciupercile Ustilaginales*

teleutospori – *spori de rezistență (de iarnă) care apar în ciclul de viață al Uredinalelor parazite și patogene; pot fi bicelulari (Puccinia sp.), unicelulari (Uromyces sp.) sau pluricelulari (Phragmidium)*

telomi – *axe aeriene de la pteridofitele ancestrale de tip Rhynia, dichotomic ramificate, fără frunze purtătoare de sporangi și care reprezintă prototipul axei lăstarului*

tentacul – *apendice celular, gros, mobil la unele alge eucariote*

teorie – *o ipoteză cuprinzătoare, care, în ciuda multor încercări, prin asimetrie de verificare și falsificare, nu a putut fi infirmată, devine teorie*

tepale – *elemente ale învelișului unor flori, de aceeași formă și culoare, nediferențiate în sepale și petale*

tequila – *băutură alcoolică obținută prin distilare din miezul tulpinii de Agave mexicana*

teratologie (gr. teras, teratos- minune; -logos) – *studiul aberațiilor, monstruozităților, apărute la organele vegetative sau reproducătoare ale plantelor*

terebentine – *oleorezine cu miros și gust caracteristic, obținute din rășina unor gimnosperme (mai ales conifere), care se colectează în urma inciziilor făcute în trunchiul acestora; se utilizează ca solvent pentru lacuri, rășini etc.*

termoxerofile – *specii care cresc pe stânci însorite și sunt adaptate atât la căldură cât și la uscăciunea mediului*

terofite – *plante unianuale care trec peste perioadele nefavorabile ale vieții, vara sau iarna, sub formă de semințe*

tetradinam – *androceul alcătuit din 4 stamine mai lungi și două mai scurte (la Brassicacee)*

tetrasporangi – *organe producătoare de tetraspori*

tetraspori – *sunt spori obligatorii în ciclul de viață al feoficeelor și rhodofitelor*

tetrasporofit – *sporofitul diploid din ciclul de dezvoltare al rhodofitelor, pe care, în urma meiozei, în tetrasporangi, se formează tetraspori haploizi*

thalamus – *un termen învechit care se utiliza pentru a desemna receptaculul florii; ex. la A. de Candolle – Dicotyledonatae Thallamiflorae (cu staminele și carpelele dispuse direct pe receptaculul florii)*

theca – *jumătate din antera staminei angiospermelor, alcătuită din doi microsporangi (microsinangi)*

tilacoide – *membrane purtătoare ale pigmenților fotosintetizanți din structura cloroplastidelor (la plante); membrane izolate sau grupate, purtătoare de pigmenți asimilatori la alge albastre – verzui*

tile (gr. thyllis- pungă, săculeț) – *expansiuni ale celulelor parenchimatice vecine, care pătrund prin porusuri în vase de lemn și le obturează lumenul (în lemnul secundar)*

tinctură – *preparat lichid obținut prin macerarea și dizolvarea produselor vegetale, care apoi se amestecă cu apă, alcool sau eter în diferite proporții, obținându-se soluții alcoolice, hidroalcoolice sau eteroalcoolice*

tirsus – *o formă intermediară de inflorescență, la care axa principală este monopodială, iar axele secundare se ramifică simpodial ca la Syringa vulgaris, Aesculus sp. etc.; sin. tyrsus*

totipotente – *celule cu posibilități de dezvoltare atât vegetativă cât și ca gameți*

trabecule – *cordoane sterile în sporangele de la Isoëtes (Pteridophyta) și din corpurile-fruct ale unor ascomicete*

trahei (gr. trachelas- conductă de aer) - *la insecte și prin analogie (denumire înșelătoare) trahei (tuburi vasculare = vase), la plante pentru conducerea apei cu ionii minerali; sunt alcătuite din numeroase elemente de vase, care se unesc prin pereții lor finali; în protoxilem traheile au pereții îngroșați inelar sau spiralat; la elementele traheale apărute mai târziu, benzile elicoidale (spiralate) se unesc în anumite zone și formează o îngroșare scalariformă (tip scară); într-un stadiu ontogenetic ulterior se formează trahei cu îngroșări reticulare și punctate (fără torus); îngroșările se fac cu lignină; sin. vase, tuburi vasculare*

traheide – *primele vase lemnoase pentru conducerea apei la cormofite, în evoluția cărora se pot urmări câteva etape: - t. inelate la psilofite de tip Rhynia; - t. spiralate – psilofite de tip Hornea; - t. scalariforme la licopside de tip Asteroxylon, legate de apariția excrescențelor solzoase verzi (enațiuni) pe axe; se întâlnesc în structura primară și la unele angiosperme, mai ales monocotiledonate; ele reprezintă forma de origine pentru apariția vaselor (trahei) de la angiosperme; - t. punctate la pteridofite superioare; - t. areolate la gimnosperme: cele inferioare lungi de tip „araucarioid" cu contur angular (4-6 muchii) și câteva șiruri de areole, dense, numeroase; la gimnosperme superioare acestea se scurtează, devin circulare în secțiune transversală și prezintă un singur șir de areole distanțate între ele; traheidele areolate se transformă în țesut libriform la angiosperme; îngroșările se fac cu lignină*

tramă – *structura de hife plectenchimatice care formează „carnea" corpurilor-fructe sau lamelelor de la bazidiomicete; partea sterilă a glebei, dintre camerele carpoforului, de la gasteromicete*

translatori – *corpușoare lipicioase, de pe capul stigmatului la florile Asclepiadaceae- lor, care lipesc între ele două polinii de la antere vecine*

triadelf – vezi la androceu

„trial and error" – *metodă de încercare și excludere a erorii, adică a ipotezelor nepotrivite*

trichal (ă) – *tal filamentos simplu sau ramificat, alcătuit din celule uninucleare, așezate una în continuarea alteia, alcătuind un fir subțire, lung*

trichociste – *organite celulare alungite, care la excitarea celulei aruncă spre în afară peri mucilaginoși, la dinoficee*

trichogin – vezi la ascogon și carpogon

trichom – *fir celular la cianobacteriile fără teacă gelatinoasă; termen botanic cuprinzător pentru perișorii de pe organele aeriene ale plantelor vasculare*

trimorfism foliar – *la Sagittaria sagittifolia unde se află 3 feluri de frunze care trăiesc în medii diferite: cele submerse sunt liniare, cele natante cordate sau scutiforme, iar cele aeriene sagitate*

trioice (gr. tri- trei; oikos- casă) – *plante la care florile unisexuate (masculine și feminine) și cele bisexuate se află pe indivizi diferiți (ex. unele cariofilacee ca Silene sp. ș.a.)*

trofofile (gr. trophein- a se hrăni; -phyllon- frunză) – *frunze verzi, asimilatoare, de la pteridofite*

trofosporofile – *frunzele de la pteridofitele superioare (Pteropsida) care îndeplinesc atât funcția de fotosinteză dar și pe cea de producere a sporangilor cu spori; sin. sporotrofofile*

tub floral – *se formează prin concreșterea bazelor sepalelor, petalelor și staminelor și înconjoară ovarul cu poziție inferioară;* vezi și hipantium

tuberculi ai rădăcinii – *îngroșări ale rădăcinilor adventive, cu origine din axa lăstarului, care servesc la înmagazinarea substanțelor de rezervă (la Orchis sp., Dahlia sp., Ranunculus ficaria ș.a.)*

tufuri calcaroase – *roci sedimentare calcaroase formate prin precipitarea carbonatului de calciu, cu participarea unor cianobacterii, alge eucariote, briofite*

tulpina – vezi axa lăstarului

turgor (de la lat. umflare) – *umflarea celulelor datorită pătrunderii din exterior a apei, fapt ce duce la rigidizarea țesuturilor; sin. turgescență*

U

ubicvist – *cu privire la unele specii vegetale care pot trăi în condiții de viață foarte variate sau în asociații vegetale diferite, mai indiferente la condițiile mediului extern*

ulcus – *aperturi ± sferice, situate în zona distală a grăuncioarilor de polen de la angiosperme*

umbelă – *inflorescența monopodială cu axa foarte scurtă, iar florile cu pediceli inegali, care pornesc aproximativ din același loc, se dipun în același plan, ca la Allium ursinum, Primula officinalis, Hedera helix ș.a.*

umbelula – *inflorescența elementară, cu sau fără involucel, ca parte componentă a umbelei compuse de la numeroase umbelifere*

umbrofile – vezi la sciafile

uncinat – *structuri ca niște peri lungi și încovoiați la vârf; de ex. apandicii încovoiați la vârf de pe periteciile de la Uncinula necator, vârfurile hipsofilelor involucrale de la antodiile unor compozite (Arctium sp., Xantium sp. ș.a.), setele de pe tulpina sau fructele de la Galium aparine etc.*

uniuni de agregare – *asocieri mai îndelungate de celule, care inițial erau mobile și independente, ca la unele mixobacterii sau mixomicete (ex. Dictyostelium discoideum)*

urechiușe – *anexe ale frunzei gramineelor, sub forma a două expansiuni laterale ale bazei limbului, unde acesta se unește cu teaca*

uredospori – *spori de vară (de propagare), cu nuclei perechi (dicariotici) din ciclul de viață al ciupercii Puccinia sp.*

urmă foliară – *situată la nodul lăstarului și reprezintă locul unde sistemul de conducere al axei lăstarului se unește cu cel al frunzei*

ursini - *cristale prismatice de oxalat de calciu dispuse în rozetă în celulele parenchimatice din limbul unor frunze; sin. druze*

„uscăciune de ger” – *la coniferele din zonele montane, când, datorită solului înghețat, acele se încălzesc prin absorbția de radiații infraroșii dar nu pot evita (prin transpirație) supraîncălzirea parenchimului frunzei și al trunchiului*

utricula (lat. utriculus- săculeț, pungă) – *învelișul fructului la Carex sp.; modificări ale lobilor frunzelor submerse, de la planta carnivoră Utricularia vulgaris, în capcane pentru capturat viețuitoare mici din apă*

V

vacuole pulsatile – *pungi cu suc vacuolar, în celulele algelor eucariote de apă dulce, cu rol în osmoreglare*

vagina (lat. vagina- teacă) – *baza frunzei, puternic dezvoltată, sub forma unei teci, care înconjoară internodul tulpinii pe o animită distanță, la Poaceae, unele Juncaceae, Apiaceae ș.a.; la macromicete bazidiomicete vezi volva*

vaginula – *partea rămasă din embriotecă, la baza sporogonului de la briofite, după alungirea setei și ruperea transversală a embriotecei*

valecule – *șănțulețele situate între coastele principale, ale fructulețelor de la umbelifere, în care se află canale schizogene cu uleiuri eterice*

valvată- vezi la estivație

varek – *cenușa algelor brune utilizată pentru extragerea iodului*

variabilitatea – *se referă la deosebirile de orice fel dintre indivizii aceleiași specii*

vase – *termen corect pentru trahei; au forma unor tuburi capilare lungi, fără conținut viu, formate prin fuziunea mai multor celule prozenchimatice, la care pereții despărțitori transversali au dispărut prin lichefiere, aceștia menținându-se din loc în loc, încât lungimea vaselor variază de la milimetri la metri; vasele au pereții interiori îngroșați cu lignină, formându-se figurii caracteristice care dau denumirea vaselor (în ordine filogenetică: inelate, spiralate, reticulate, punctate)*; vezi și trahei

velamen radicum – *epiderma pluristratificată de la suprafața rădăcinilor aeriene de culoare albă ale epifitelor tropicale, cu rol de a absorbi vaporii de apă din atmosferă*

velum partiale – *înveliș al himeniului la bazidiocarpii tineri ai unor macromicete (Amanita sp., Cortinarius sp.)*

velum universale – *înveliș al bazidiocarpului tânăr (piciorul și pălăria) la unele himenomicete (Volvaria sp. ș.a.)*

vernație – vezi prefoliație

verticilat – *frunze dispuse câte trei sau mai multe la un nod, de jur împrejurul axei lăstarului: la Juniperus – 3, Paris – 4, Hippuris mai multe etc.*

vesca, vescus – *bun de mâncat; sin. edulis*

vilos păros – *acoperit cu peri moi, lungi, distanțați*

violacein – *o subsatnță cu proprietăți antibiotice produsă de bacterii din genul Chromobacterium*

viscidula – *sin. retinacul*

vitalism – *concepție filosofică după care viul este generat de legi specifice, diferite față de cele din natura abiotică*

viviparie – *prin analogie cu animalele (care nasc puii vii) și la plante se poate întâlni „viviparie”: neautentică (la unele graminee perene, ca Poa bulbosa vivipara, P. alpina vivipara ș.a.), când cariopsele sunt înconjurate de palei crescute ca niște frunzulițe și întreg complexul (cariopsa + frunzulițele) cade pe pământ și generează o nouă plantă; poate fi: v. autentică la speciile de mangrove, la care germinează, încă de pe planta mamă, semințele sau fructele indehiscente și cad în mâlul sărat și neaerisit ca embrioni, alcătuiți din radiculă și hipocotil (uneori lungi până la 1 m) ex. Rhizophora mangle (Manglierul) ș.a.*

volutină - *granule care reprezintă rezerva nutritivă cu fosfor, din celula unor cianobacterii și ciuperci*

volvă – *rest de velum universale, sub forma unei teci, la baza piciorului unor himenomicete; sin. vagina*

X

xantofile (gr. xanthos- galben; -phyllon) – *pigmenți galbeni-bruni cu rol în fotosinteză, care însoțesc clorofilele în structura cloroplastidelor; acestea captează radiațiile albastre-violete și le transferă clorofilei*

xenogamie (gr. xenos- străin; -gamos) – *polenizarea cu polen din altă floare a aceleiași specii*

xerofite (gr. xeros- uscat; -phyton- plantă) – *plante care vegetează pe terenuri uscate și sunt adaptate să suporte mult timp uscăciunea, ca de ex. specii din deșerturi, de pe stânci, terenuri nisipoase uscate etc.*

xilem (gr. xylon- lemn) – *țesutul conducător alcătuit din celule moarte sau tuburi vasculare, fără conținut protoplasmatic, dar cu pereți tari, lignificați, care servesc la conducerea apei cu ioni minerali (seva brută) de la zonele de absorbție ale rădăcinii până la frunze; sin. hadrom, lemn; xilem primar și secundar*

xilofile (gr. xylon- lemn; -phylos- preferință, atracție) – *unele ciuperci și mixomicete ș.a. care trăiesc pe lemn viu sau pe cale de putrefacție*

Z

zigangii – *organe sexuale (gametociștii) de la zigomicete, care se contopesc în procesul de fertilizare*

zigogamia – *contopirea a doi izogameți pluricelulari și formarea zigosporului pluricelular*

zigospor – *spor de durată (de rezistență) la zigomicete și chitridiomicete, care rezultă din contopirea gametangiilor cu mai mulți nuclei și se înconjoară cu un perete gros, care-l protejează în perioada de latență; spor acoperit cu perete gros, rezistent, care se dezvoltă din zigotul rezultat din fuziunea izogameților*

zigot – *celulă diploidă la eucariote, care rezultă în urma contopirii gameților; la alge eucariote, cu puține excepții (Chaetophorales, Coleochaetales, Charophyta) fertilizarea și respectiv formarea zigotului are loc în afara gametangilor feminini (caracter plesiomorf); la embriofite inferioare zigotul se formează în interiorul gametangelui feminin, iar la cele superioare în megasporange (ovul) și se dezvoltă, protejat de acesta, la un embrion pluricelular (caracter apomorf)*

zoidiogamie – *fertilizarea cu ajutorul spermatozoizilor (gameți masculini flagelați) la spermatofitele primordiale, la care tubul polinic servește numai la hrănirea și ancorarea gametofitului masculin de peretele camerei polinice*

zoochlorela – *celule de alge verzi, unicelulare care trăiesc ca endocitobionți în celulele de hidră*

zoochorie (gr. zoon- animal; - choreo- răspândire) – *răspândirea semințelor și fructelor indehiscente prin intermediul animalelor: epizoochorie (gr. epi- deasupra; -zoon; -choreo) – transportul și răspândirea semințelor și fructelor pe supafața externă a corpului animalelor (piele, lână, copite, pene, etc.) datorită unor întocmiri morfologice cu care se agață de acestea, ca la Galium aparine, Xantium sp., Bidens tripartita, Agrimonia eupatoria ș.a.; endozoochorie (gr. endon- interior; -zoon; -choreo), când semințele sau fructele indehiscente ale unor plante sunt consumate de animale, embrionul nu este vătămat prin tubul lor digestiv și sunt eliminate cu excrementele, ca de ex. fructele cărnoase indehiscente baca sau drupa (de la genurile Prunus, Cerasus, Rubus, Rosa, Berberis ș.a.) sau fructe uscate cum ar fi cariopsa de la Poaceae etc., multe achene sau semințe de la buruieni dicotiledonate*

zoofilie – *polenizarea prin intermediul animalelor (insecte, păsări mici, lilieci, șoareci sau șobolani, marsupiale etc.); sin. zoogamie*

zooglee – *capsula lipicioasă de la exteriorul peretelui de peptidoglican al celulei eubacteriilor*

zooplancton – *componenta animală a planctonului*

zoospori – *spori mobili, formați pe cale nesexuală, servind atât la înmulțire cât și la răspândire*

zoosporocist – *celulă plurinucleată, în formă de măciucă, formată la capătul hifelor diploide de la oomicete, ciuperci acvatice sau alge eucariote, în care, în urma meiozei, se formează zoospori haploizi*

zooxantele – *alge dinoficee, care trăiesc ca endocitobionți în celulele coralilor și au rol în formarea recifilor de corali*

Erată

La pagina 59 rândul 9 de jos: tipuri de organizare (în loc de tipuri de dezvoltare)
La pagina 133: – A. polytricha
La pagina 139: Fig. 65-A-C – Phallales
La pagina 150: Fig. 78-4 – A. phalloides
La pagina 158: Pisolithus tinctorius
La pagina 167: rândul 41 – A. phalloides
La pagina 173: rândul 7 - Rhizocarpon geographicum
La pagina 351 textul de sub figură este: Fig. 200. *Pinaceae*: *Abies* (A – *Abies nordmanniana*; B-E – *Abies alba*): A – lăstar cu conuri feminine mature, care deja încep să se descompună prin căderea megasporofilelor cu semințe; B – floare ♂ cu frunze – solzi (f) şi microsporofile (h); C-D: floare ♀ matură cu solz de acoperire (d), solz fertil al semințelor (s) şi 2 semințe (Sa-E) din partea superioară (o) respectiv partea inferioară (u) (A - după Berg & Schmidt; B-D - după Firbas; E- după Eichler, din Firbas)
La pagina 427: rândul 7 de sus se înlocuieşte cu lățită corolinică a stilului, în vârf cu un lob al stigmatului, sub care se află stamina
La pagina 445: sub figură se adaugă din Strasburger, 1999)
La pagina 495: penultimul rând – Opuntia
La pagina 536: Fig. 346. Arachis hypogaea
La pagina 540: Fig. 353. Eucalyptus globulus
Planşa color V: – Fig. 27. Amanita phalloides (Buretele viperei); Fig. 32. Flammulina velutipes
Planşa color VII: jos – colecția personală; Fig. 412. Scleroderma verrucosum (Buretele cerbilor fals)
Pagina 563: rândul 13 de jos corect L. usitatissimum
Pagina 581: rândul 4 de jos în loc de false corect fibre
Pagina 613: la Fig. 446 (după Flora…)

Tipărit în România
SITECH
Craiova, Str. Romul, bl. T1 - parter
Tel./fax: 0251 414 003; 0722 216 508
Mobil: 0722 216 509; 0741 205 715
e-mail: sitech@rdslink.ro

GH. GH. POPESCU. Născut în 1939, com. Păuşeşti-Vâlcea. Studii liceale la liceul ,,Al. Lahovari" Rm.-Vâlcea. Studii superioare şi doctorat în botanică la Facultatea de Biologie a Universităţii din Bucureşti. După absolvire a lucrat 2 ani la o şcoală generală, iar din 1964 în învăţământul superior: Institutul Agronomic Craiova (1964-1966) şi Universitatea din Craiova (1966-2004), parcurgând toate treptele ierarhiei universitare. Activitatea ştiinţifică s-a desfăşurat în domeniul botanicii teoretice şi aplicative: floristică, corologie, fitocenologie, cartarea pajiştilor montane şi alpine din câteva masive muntoase din Carpaţii Meridionali (Retezat, Cernei, Mehedinţi, Vâlcan, Parâng) în vederea valorificării superioare a acestora; cartarea buruienilor din culturile agricole pentru eficientizarea tratamentului cu erbicide; studiul complex al florei antropofile din câteva oraşe ale Olteniei; studii de fitodiversitate şi ocrotirea naturii; iniţierea pentru Oltenia a studiului succesiunilor de vegetaţie pe terenurile supuse impactului activităţilor umane; studii botanice complexe asupra unor arii protejate din Oltenia etc. Activitatea publicistică: circa 160 titluri în toate domeniile mai sus menţionate, dintre care 4 în străinătate (Germania, Franţa); singur, prim autor sau coautor la 18 tratate, monografii, cursuri universitare şi îndrumătoare de lucrări practice, publicate la edituri din ţară şi 2 în străinătate (Finlanda). A condus Grădina botanică ,,Al. Buia" din Craiova 24 ani: 1977-1989 (în calitate de coordonator) şi 1992-2004 (ca director). A fost secretar ştiinţific al Facultăţii de Horticultură din Craiova (1992-1996) şi prodecan (2004).

ISBN 978-606-530-467-3

R O M Â N I A

MINISTERUL DEZVOLTĂRII REGIONALE ŞI ADMINISTRAŢIEI PUBLICE

AGENȚIA NAȚIONALĂ A FUNCȚIONARILOR PUBLICI

Logo Partener

Nume partener .... **SC Harrison Training Partener SRL**

Seria D **Nr.** 13899

CERTIFICAT

D-l (na) **FANTANARU NECULAI**

născut(ă) în anul 1951 *luna* decembrie *ziua* 01

în localitatea IASI *județul* IASI *CNP:* 1511201221148

de profesie ECONOMIST *având funcția* AUDITOR INTERN

la SC APAVITAL SA - IASI

a absolvit programul de perfecționare IMPLEMENTAREA SI DEZVOLTAREA SISTEMULUI DE CONTROL INTERN MANAGERIAL

cu durata de 3 zile *desfăşurat în perioada* 24.11.2015 - 26.11.2015

Titularului acestui certificat i se acordă toate drepturile legale.

PREŞEDINTE

Reprezentant legal partener,

Semnătura titularului,

Nr. 5984 Data 22.07.2016